

THÈSE DE DOCTORAT EN COTUTELLE INTERNATIONALE DE

L'UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE

COMUE UNIVERSITÉ BRETAGNE LOIRE

Pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université de Bretagne Occidentale

ÉCOLE DOCTORALE N° 603

Éducation, Langues, Interaction, Cognition, Clinique

Spécialité : Didactique des sciences

L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph. D.) de l'Université de Sherbrooke

Spécialité : Éducation

Par

Séverine PERRON

Étude de l'articulation des démarches d'investigation scientifique avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire

« Cas d'enseignants de sciences de la vie et de la Terre exerçant en collège français »

Thèse présentée et soutenue, le 21 novembre 2018

Unités de recherche : Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique (CREAD)
et Centre de Recherche sur l'Enseignement et l'Apprentissage des Sciences (CREAS)

Rapporteurs avant soutenance :

Corinne MARLOT
Professeure ordinaire-Haute Ecole Pédagogique de Vaud, Suisse

Fatima BOUSADRA
Professeure adjointe-Université de Sherbrooke, Canada (QC)

Composition du Jury :

Fatima BOUSADRA
Professeure adjointe-Université de Sherbrooke, Canada (QC)

Corinne MARLOT
Professeure ordinaire-Haute Ecole Pédagogique de Vaud, Suisse

Patricia MARZIN
Professeure des universités-Université de Bretagne Occidentale
Présidente du Jury

Jean-Marie BOILEVIN
Professeur des universités-Université de Bretagne Occidentale
Directeur de thèse

Abdelkrim HASNI
Professeur titulaire-Université de Sherbrooke, Canada (QC)
Directeur de thèse

*Je dédie cette thèse à Jean-Baptiste, mon mari, qui, de façon inconditionnelle,
m'a toujours soutenue, encouragée et accompagnée tout au long de ce projet.*

*Son amour, sa confiance et ses encouragements, malgré les aléas de la vie, m'ont
permis de ne jamais désespérer ni douter.*

Tout simplement, merci...

REMERCIEMENTS

Rédiger les remerciements d'une thèse est l'occasion de prendre conscience de ce que le travail achevé doit aux autres. Je souhaite souligner l'accompagnement, les collaborations, les aides et les soutiens dont j'ai pu bénéficier au cours de ces quatre années consacrées à ce travail de recherche doctorale. J'adresse toute ma gratitude aux personnes qui, de près ou de loin, ont été impliquées dans ce travail. Je souhaite très sincèrement remercier :

Monsieur Jean-Marie Boilevin, mon directeur de thèse, professeur des universités, co-directeur du centre de recherche sur l'éducation, les apprentissages et la didactique (CREAD), Université de Bretagne Occidentale, France, pour ses apports et sa rigueur scientifique, ses conseils éclairés, la précision de son analyse, ainsi que sa confiance, son soutien et sa patience sans faille pendant toute la durée de ce travail.

Monsieur Abdelkrim Hasni, mon directeur de thèse, professeur titulaire à la Faculté d'éducation, centre de recherches sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (CREAS) à l'Université de Sherbrooke, vice-doyen à la recherche et aux études supérieures en recherches, pour m'avoir fait confiance, pour m'avoir accueillie au CREAS dans des conditions matérielles exceptionnelles, ainsi que pour sa grande disponibilité et la qualité de ses enseignements, exigeants, sincères et engagés.

Madame Corinne Marlot, rapporteure, professeure HEP Didactique des sciences - didactique comparée, Madame Patricia Marzin, rapporteure, professeur des universités, Université de Bretagne Occidentale, centre de recherche sur l'éducation, les apprentissages et la didactique (CREAD), et Madame Fatima Bousadra, examinatrice, professeure adjointe au Département de pédagogie à la Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke, qui m'ont fait l'honneur de participer à l'évaluation de cette thèse.

Madame Johanne Lebrun, professeure titulaire à la Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke, Madame Fatima Bousadra, professeure adjointe au Département de pédagogie de la Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke, Madame Sabrina Moisan, professeure au Département de pédagogie de la Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke et Monsieur Yves Lenoir, professeur titulaire au Département d'enseignement au préscolaire et primaire de la Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke, pour leurs remarques et commentaires pertinents émis lors des différents séminaires étudiants du CREAS, ainsi que pour leur accompagnement dans l'avancement de ma réflexion sur la complexité et la rigueur d'un travail de recherche.

L'équipe du CREAD, notamment mes amis doctorants et jeunes chercheurs, pour leur soutien et leurs conseils lors d'échanges fructueux tant au niveau théorique que méthodologique.

L'équipe du CREAS, en particulier mes collègues et amis Vincent Belletête, Danielle Boucher, Ariane Éthier, Ahmed Benabdallah et Saifallah Jerbi, pour leur brillante approche de la recherche et les apports parfois informels mais toujours décisifs sur la problématisation, sur les concepts de la didactique des sciences et sur la méthodologie de recherche.

Les Inspecteurs Pédagogiques Régionaux de l'Éducation nationale et les enseignants qui m'ont autorisée, accueillie et permis de réaliser ma collecte de données dans d'excellentes conditions.

Ma famille, et tout particulièrement Hélène, pour avoir relu attentivement mon travail tout au long de ces quatre années.

Étude de l'articulation des démarches d'investigation scientifique avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire

Cas d'enseignants de sciences de la vie et de la Terre exerçant dans un collège de France métropolitaine

Séverine Perron

Résumé

Les démarches scientifiques sont présentes à la fois dans les textes institutionnels et dans la documentation scientifique. Dans cette recherche, nous étudions la manière avec laquelle des enseignants français articulent les démarches d'investigation scientifique (DIS) avec les autres savoirs en sciences de la vie et de la Terre (SVT). Notre travail repose sur trois construits : les démarches d'investigation scientifique, les savoirs disciplinaires et les pratiques d'enseignement. La méthodologie s'appuie sur une recherche mixte de type séquentiel explicatif et de nature descriptive. Trois types d'instrumentation sont mis en œuvre pour recueillir les données : un questionnaire, des entretiens semi-dirigés et des observations de séances de classe. Les données issues des questions fermées du questionnaire sont analysées suivant une approche lexicale à l'aide du logiciel SPSS®. Les données provenant des entretiens et des observations sont analysées selon une approche thématique en utilisant une grille construite *a priori*. Et enfin, les données issues des questions ouvertes du questionnaire sont analysées suivant une double approche lexicale et thématique. Nous identifions à travers ce travail de recherche une absence de savoir conceptuel lors de mises en œuvre de DIS en classe. Les enseignants ne souhaitent pas nécessairement que leurs élèves acquièrent ou mobilisent des savoirs conceptuels. Les habiletés ou les attitudes souvent en lien avec les DIS sont priorisées. Finalement, certains enseignants pourraient, par manque de connaissances épistémologiques en lien avec la construction des savoirs en SVT, ignorer que l'objectif des DIS est la reconstruction de savoirs conceptuels et, à ce titre, considérer les DIS comme une façon de raisonner, comme des habiletés, voire même des habiletés pluridisciplinaires (anglais, français, etc.).

Mots-clés : démarches d'investigation scientifique, savoirs disciplinaires, pratiques d'enseignement, enseignement des sciences

Study of the articulation of scientific inquiry with the other knowledge components of the disciplinary structure

Case of life and Earth sciences teachers practicing in a College of Metropolitan France

Séverine Perron

Summary

Scientific inquiry are present both in institutional texts and in scientific literature. In this research, we study how French teachers articulate the processes of scientific inquiry (DIS) with other knowledge in the sciences of life and the Earth (SVT). Our work is based on three constructs : investigation procedures, disciplinary knowledge and teaching practices. The methodology is based on a mixed research of explanatory sequential type and descriptive nature. Three types of instrumentation are used to collect the data : a questionnaire, semi-directed interviews and observations of class sessions. Data from closed and open questionnaire questions are analyzed using a lexical approach using SPSS® and IRaMuTeQ software. Data from interviews and observations are analyzed using a thematic approach using a grid constructed *a priori*. We identify through this research work a disappearance of conceptual knowledge during implementation of DIS in the classroom. Teachers do not necessarily want their students to acquire or mobilize conceptual knowledge. The skills or attitudes often associated with DIS are prioritized. Finally, some teachers may, for lack of epistemological knowledge related to the construction of knowledge in SVT, ignore that the objective of the DIS would be the reconstruction of conceptual knowledge and as such consider the DIS as a way of reasoning, such as skills or even multidisciplinary skills (English, French, etc.).

Keywords : scientific inquiry, disciplinary knowledge, teaching practices, science teaching

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	5
INTRODUCTION	27
PREMIER CHAPITRE	
LA PROBLEMATIQUE	33
1. L'ÉDUCATION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE	34
1.1 Les enjeux	34
1.2 La place des démarches d'investigation scientifique dans l'éducation scientifique et technologique	36
2. L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE AU SECONDAIRE INFÉRIEUR DANS LES CURRICULA FRANÇAIS	38
2.1 Le socle commun de connaissances, de compétences et de culture ..	38
2.2 De multiples savoirs à enseigner	41
2.3 De « la démarche d'investigation » aux « démarches scientifiques »	43
2.3.1 Des démarches comme moyen et objet d'enseignement- apprentissage	43
2.3.2 La place de l'enseignant et des élèves	46
3. LES DEMARCHES D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE DANS LA DOCUMENTATION SCIENTIFIQUE	48
3.1 La méthode de recension utilisée	48
3.2 L'apport des textes consultés	49
3.2.1 Une variété de travaux de recherche	49
3.2.2 Une mise en œuvre variée des démarches d'investigation scientifique	50
3.2.3 Des effets nuancés des démarches d'investigation scientifique sur l'apprentissage des élèves	55
4. LE PROBLÈME DE L'ARTICULATION ENTRE LES DEMARCHES D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE ET LES AUTRES SAVOIRS EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE	60
DEUXIÈME CHAPITRE	
LE CADRE DE RÉFÉRENCE	63
1. UNE ÉTUDE SOUS L'ANGLE DES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT	64
1.1 Une variété de termes et de définitions	64
1.2 Différentes approches pour rendre intelligible le travail des enseignants	67

1.2.1	Les pratiques d'enseignement dans leur multidimensionnalité	68
1.2.2	Des pratiques d'enseignement en lien avec les savoirs scientifiques ou mathématiques	69
1.3	Les pratiques d'enseignement retenues pour notre étude et le concept d'intervention éducative	72
1.3.1	Une action finalisée	75
1.3.2	Une action médiatrice	75
1.3.3	Une action qui recourt à des dispositifs de formation	78
1.3.4	Une action qui se déploie suivant trois domaines	81
2.	LES SAVOIRS EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE : DEFINITIONS ET CARACTERISTIQUES	82
2.1	Les savoirs conceptuels	84
2.1.1	Les modèles	85
2.1.2	Les concepts	87
2.1.3	Les théories	92
2.2	Les savoir-faire	94
2.3	Les savoirs retenus pour notre étude	95
3.	LES DEMARCHES D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE : FONDEMENTS ET CARACTERISTIQUES	96
3.1	Des démarches dans les pratiques scientifiques aux démarches d'investigation scientifique à l'école	97
3.1.1	Du problème en sciences au problème en classe	98
3.1.2	Des démarches en sciences à la démarche hypothético-déductive en classe	103
3.1.3	De la construction de l'objet en sciences à la reconstruction du savoir en classe	107
3.2	Une variété de définitions pour évoquer les démarches d'investigation scientifique en classe	115
3.3	Place de l'élève et de l'enseignant au sein des démarches d'investigation scientifique	118
3.4	Les démarches d'investigation scientifique retenues pour l'analyse des pratiques d'enseignement	121
4.	L'ARTICULATION DU CADRE DE REFERENCE ET LES OBJECTIFS SPECIFIQUES DE RECHERCHE	122

TROISIEME CHAPITRE

LA METHODE DE RECHERCHE.....127

1.	LE PROTOCOLE DE RECHERCHE	127
1.1	Une clarification des objectifs de la recherche	127
1.2	Une recherche de type descriptif	129
1.3	Une recherche de nature mixte séquentielle explicative	130
1.3.1	Une recherche de nature mixte	131
1.3.2	Une recherche de type séquentiel explicatif	132
2.	LA METHODE D'ECHANTILLONNAGE ET L'ECHANTILLON	134

2.1	La population de référence.....	134
2.2	Une méthode d'échantillonnage non probabiliste.....	135
2.3	L'échantillon.....	136
3.	LA METHODE DE COLLECTE DE DONNEES	138
3.1	Le questionnaire.....	140
3.1.1	L'élaboration du questionnaire	140
3.1.1.1	Le concept de savoirs disciplinaires	140
3.1.1.2	La formulation des questions et des réponses.....	144
3.1.1.3	L'organisation du questionnaire	147
3.1.2	La diffusion du questionnaire	148
3.1.3	La validation du questionnaire.....	150
3.2	Les entrevues individuelles semi-dirigées	152
3.2.1	Le guide d'entrevue	153
3.2.1.1	Les concepts de savoirs disciplinaires et de dispositifs	154
3.2.1.2	L'élaboration des questions	157
3.2.1.3	L'organisation du guide	158
3.2.2	La conduite des entrevues.....	162
3.2.2.1	La préparation de l'entrevue	162
3.2.2.2	Pendant et après l'entrevue	164
3.2.3	La validation des entrevues.....	165
3.3	Les observations.....	168
3.3.1	Les trois phases	169
3.3.1.1	La phase préactive.....	169
3.3.1.2	La phase interactive	170
3.3.1.3	La phase postactive	172
3.3.2	La validation des observations.....	174
4.	LA METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES.....	176
4.1	La procédure de traitement des données issues du questionnaire : une première analyse quantitative	177
4.1.1	La préparation des données.....	177
4.1.1.1	Les questions fermées.....	177
4.1.1.2	Les questions ouvertes	178
4.1.2	Le traitement des données issues des questions fermées	179
4.1.3	Le traitement statistique des données issues des questions ouvertes	181
4.2	La procédure de traitement des données issues des questions ouvertes du questionnaire, des entrevues et de la phase préactive de l'observation : une analyse qualitative.....	185
4.2.1	Le processus d'analyse	186
4.2.2	La grille d'analyse pour les questions ouvertes du questionnaire.. ..	188
4.2.3	La grille d'analyse pour les deux entrevues et les préparations de cours.....	189
4.3	La procédure de traitement des données issues des observations lors de la phase interactive : une analyse qualitative	192
4.3.1	Le processus d'analyse	193

4.3.2	La grille d'analyse.....	195
5.	LES CONSIDERATIONS DEONTOLOGIQUES	197
6.	LES APPORTS ET LES LIMITES DE LA RECHERCHE.....	199
QUATRIEME CHAPITRE		
PRÉSENTATION DES RESULTATS		205
1.	LES CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON	206
1.1	Le lieu d'exercice des répondants : dans un établissement public ou dans un établissement privé	207
1.2	Le genre des répondants (féminin ou masculin)	207
1.3	L'âge des répondants	208
1.4	Le concours le plus élevé obtenu par les répondants	209
1.5	La ou les fonction(s) exercée(s) par les répondants	210
1.6	La formation portant sur les DIS déclarée être reçue par les répondants	210
1.7	L'expérience en collège et en lycée des répondants	214
1.8	Les répondants exerçant dans un établissement public classé en ZEP	215
2.	LES DONNEES ISSUES DU QUESTIONNAIRE	215
2.1	Les répondants ayant déclaré faire mettre des DIS par leurs élèves en classe	216
2.2	Les savoirs disciplinaires en SVT : quoi ?.....	220
2.2.1	Les caractéristiques des démarches d'investigation scientifique déclarées être mises en œuvre en classe	221
2.2.1.1	Les définitions des DIS	221
2.2.1.2	Les finalités	232
2.2.1.3	Les composantes des DIS déclarées être mises en œuvre par les élèves en classe.....	243
2.2.2	Les savoirs disciplinaires visés et mobilisés	245
2.2.2.1	Les savoirs disciplinaires visés	245
2.2.2.2	Les savoirs disciplinaires mobilisés	248
2.2.3	Les savoirs disciplinaires articulés au sein d'un processus	252
2.2.3.1	Le choix de processus et les caractéristiques des DIS	255
2.2.3.2	Le choix de processus et les savoirs préalablement acquis	256
2.2.3.3	Le choix de processus et les caractéristiques personnelles des répondants	257
2.3	Synthèse des résultats issus des questionnaires	266
3.	LES DONNEES ISSUES DES ENTRETIENS	268
3.1	Les caractéristiques des enseignants interviewés et des séances présentées.....	269
3.1.1	Les caractéristiques personnelles des enseignants	269
3.1.2	Les caractéristiques des séances/séquences	270
3.2	Les savoirs disciplinaires : quoi ?	273
3.2.1	Les composantes des DIS mises en œuvre	273

3.2.2	Les savoirs disciplinaires en jeu	279
3.2.2.1	Les savoirs visés	280
3.2.2.2	Les savoirs mobilisés	283
3.2.3	L'articulation des savoirs disciplinaires à travers un processus	286
3.2.3.1	Un processus « circulaire » argumenté par des éléments « cognitifs ».....	288
3.2.3.2	Un processus linéaire 1 argumenté par des éléments pédagogiques.....	290
3.2.3.3	Un processus linéaire 2 argumenté par des éléments épistémologiques.....	292
3.3	Les dispositifs mis en œuvre : comment ?	295
3.3.1	Les dispositifs instrumentaux	297
3.3.2	Les dispositifs procéduraux	298
3.4	La synthèse des résultats issus de l'entrevue	301
4.	LES DONNEES ISSUES DES OBSERVATIONS	304
4.1	La phase préactive.....	305
4.1.1	Les savoirs disciplinaires : quoi ?	306
4.1.1.1	Le système immunitaire en classe de 3 ^{ème}	306
4.1.1.2	Le rôle des levures en classe de 6 ^{ème}	308
4.1.2	Les dispositifs : comment ?.....	311
4.2	La phase interactive	314
4.2.1	Le déroulement des séances de classe	314
4.2.1.1	Le système immunitaire en classe de 3 ^{ème}	314
4.2.1.2	Le rôle des levures en classe de 6 ^{ème}	320
4.2.2	Les savoirs disciplinaires : quoi ?	327
4.2.2.1	En classe de 3 ^{ème}	327
4.2.2.2	En classe de 6 ^{ème}	329
4.2.3	Les dispositifs : comment ?.....	332
4.2.3.1	En classe de 3 ^{ème}	332
4.2.3.2	En classe de 6 ^{ème}	334
4.3	La phase postactive : pourquoi ?.....	336
4.3.1	Retour sur les DIS mises en œuvre	337
4.3.2	Retour sur les autres savoirs disciplinaires	340
4.4	La synthèse des résultats issus des observations.....	343
5.	LA SYNTHESE GENERALE DES RESULTATS : RETOUR AUX OBJECTIFS SPECIFIQUES DE RECHERCHE	345
5.1	Les savoirs en jeu et leur articulation lors de DIS : l'objectif (a)	345
5.2	Les dispositifs mis en œuvre : l'objectif (b)	347
5.3	Les visées éducatives des DIS : l'objectif (c)	348

CINQUIEME CHAPITRE

LA DISCUSSION DES RESULTATS ET LES PERSPECTIVES.....351

1.	REGARD SUR LA MISE EN ŒUVRE DES DEMARCHES D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE EN CLASSE.....	353
----	--	-----

1.1	Une mise en œuvre en classe de ces démarches encore limitée	353
1.2	Des démarches hypothético-déductives de type expérimental	355
1.3	Des démarches non problématisées avec certaines composantes toujours très guidées	357
1.4	Des démarches linéaires avec différentes formes de linéarité	360
2.	LES SAVOIRS CONCEPTUELS, DES SAVOIRS DISCIPLINAIRES DELAISSES PAR LES ENSEIGNANTS LORS DE DIS	361
2.1	Les savoirs conceptuels visés détachés des DIS : une crainte devenue réalité.....	362
2.2	Les savoirs conceptuels préalablement acquis par les élèves non pris en compte par les enseignants.....	365
3.	DES DIFFICULTES DE MISE EN ŒUVRE DES DIS AU MANQUE DE CONNAISSANCES EPISTEMOLOGIQUES DES ENSEIGNANTS	367
3.1	De nombreuses difficultés rencontrées par les enseignants	368
3.2	Les connaissances épistémologiques des enseignants	372
4.	LES PERSPECTIVES	375
CONCLUSION		381
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES		389
ANNEXES		417
ANNEXE A : GRILLE D'ANALYSE DE LA DOCUMENTATION SCIENTIFIQUE (POUR NOTRE PROBLEMATIQUE)		417
ANNEXE B : SCHEMAS REPESENTANT LES DIFFERENTES FORMES DE PROCESSUS D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE		418
ANNEXE C : LE QUESTIONNAIRE		419
ANNEXE D : COURRIER TRANSMIS PAR MAIL AUX DIFFERENTS RESEAUX		428
ANNEXE E : MESSAGE DIFFUSE SUR LES RESEAUX SOCIAUX		429
ANNEXE F : GUIDE D'ENTREVUE SEMI-DIRIGEE.....		430
ANNEXE G : MESSAGE ENVOYE PAR MAIL AUX ENSEIGNANTS VOLONTAIRES POUR L'ENTREVUE.....		433
ANNEXE H : FORMULAIRE DE CONSENTEMENT DU CHEF D'ETABLISSEMENT POUR L'OBSERVATION		435
ANNEXE I : FORMULAIRE DE CONSENTEMENT DE L'ENSEIGNANT POUR L'OBSERVATION		437
ANNEXE J : GUIDE D'ENTREVUE SEMI-DIRIGEE POST-OBSERVATION.....		439
ANNEXE K : VERBATIM DE L'ENTREVUE SEMI-DIRIGEE AVEC L'ENSEIGNANT 5		440
ANNEXE L : PREPARATION DE COURS DE LA SEANCE DE 3EME.....		447
ANNEXE M : DOCUMENTS SUR L'UTILISATION DES VACCINS		450

ANNEXE N : COUP DE POUCE	453
ANNEXE 0 : CERTIFICAT DE CONFORMITE ETHIQUE	454

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Représentation des relations entre le champ théorique et le champ empirique (Robardet et Guillaud, 1997, p. 98).....	87
Figure 2 : Représentation des différents éléments constituant un concept (Inspiré de Barth, 2013, p. 36).....	88
Figure 3 : La reconstruction des savoirs conceptuels à l'école : un processus circulaire (Inspiré de Hasni <i>et al.</i> , 2009a)	111
Figure 4 : Composantes des démarches d'investigation scientifique (Hasni et Bousadra, 2018).....	118
Figure 5 : Articulation synthétique des trois construits du cadre de référence....	123
Figure 6 : Représentation d'une recherche de nature mixte séquentielle explicative	133
Figure 7 : Méthode d'échantillonnage	136
Figure 8 : Représentation des différents échantillons	137
Figure 9 : Représentation du lien entre les types d'instrumentation et le type de la recherche	139
Figure 10 : Extrait du questionnaire donnant en exemple une question fermée..	144
Figure 11 : Extrait du questionnaire.....	145
Figure 12 : Extrait du questionnaire montrant une question avec réponse utilisant une échelle de Likert	146
Figure 13 : Extrait du questionnaire.....	151
Figure 14 : Représentation des différentes étapes de validation de l'entrevue....	165
Figure 15 : Représentation de l'organisation de la salle de classe avec le matériel d'enregistrement vidéo	171
Figure 16 : Représentation synthétique de notre méthodologie.....	175
Figure 17 : Représentation du tableau lors de la séance de classe avec les élèves de 3ème.....	197
Figure 18 : Représentation synthétique de la méthode employée pour apporter des éléments de réponse aux objectifs de recherche.....	200
Figure 19 : Représentation des différentes analyses effectuées en fonction de la provenance des données (questionnaire, entrevues semi-dirigées, observation).....	206
Figure 20 : Proportion d'enseignants exerçant dans un établissement public/privé (en %)	207
Figure 21 : Proportion de répondants suivant leur sexe (en %).....	207

Figure 22 : Pourcentage des répondants selon leur catégorie d'âge (en %)	208
Figure 23 : Répartition des répondants suivant leur concours le plus élevé (en %) %)	209
Figure 24 : Répartition des enseignants suivant leur(s) fonction(s) (en %).....	210
Figure 25 : Répartition des enseignants suivant le nombre d'heures sur les DIS déclaré avoir été reçu en formation initiale (en %)	211
Figure 26 : Répartition des enseignants suivant le nombre d'heures sur les DIS déclaré avoir été reçu en formation continue (en %).....	212
Figure 27 : Répartition des enseignants suivant le nombre d'heures portant sur les DIS déclaré avoir été reçu en formation continue et en formation initiale (en %)	213
Figure 28 : Répartition des enseignants suivant le nombre d'années d'expérience en lycée et en collège déclaré (en %)	214
Figure 29 : Répartition des enseignants du public suivant s'ils exercent en ZEP ou hors ZEP (en %)	215
Figure 30 : Répartition des enseignants suivant qu'ils déclarent faire mettre en œuvre des DIS ou non (en %)	217
Figure 31 : La réponse des enseignants en fonction du concours le plus élevé obtenu (en %)	219
Figure 32 : Représentation des similitudes entre les différentes formes actives provenant des définitions données par les enseignants	225
Figure 33 : Dendrogramme donnant la répartition des classes des formes actives (des définitions) les unes par rapport aux autres	226
Figure 34 : Représentation des similitudes entre les différentes formes actives provenant des raisons fournies par les enseignants	235
Figure 35 : Dendrogramme donnant la répartition des classes des formes actives (des raisons) les unes par rapport aux autres	236
Figure 36 : Exemple de réponse fournie par un enseignant montrant une double approche des finalités des DIS	239
Figure 37 : Histogramme représentant les caractéristiques (en %) des DIS mis en œuvre en classe selon les enseignants interrogés	242
Figure 38 : Histogramme représentant le pourcentage de mise en œuvre par les élèves des différentes composantes des DIS (suivant la déclaration des enseignants).....	243
Figure 39 : Histogramme représentant le choix des enseignants (en %) concernant les savoirs disciplinaires que leurs élèves doivent acquérir lors de DIS.....	246
Figure 40 : Histogramme représentant le moment des DIS choisi par les enseignants pour que leurs élèves acquièrent ces savoirs (en % de OUI).....	247

Figure 41 : Diagramme circulaire représentant la proportion d'enseignants faisant mobiliser des savoirs préalablement acquis par leurs élèves lors de DIS.....	249
Figure 42 : Histogramme représentant le choix des enseignants (en %) concernant les savoirs que leurs élèves doivent mobiliser.....	250
Figure 43 : Histogramme représentant le moment des DIS choisi par les enseignants pour que leurs élèves mobilisent ces savoirs (en % de OUI).....	251
Figure 44 : Diagramme circulaire représentant la proportion des différents processus choisis par les enseignants (en %)	254
Figure 45 : Histogramme représentant le choix de processus des enseignants en fonction de leur degré d'accord à « Une démarche permettant aux élèves de mobiliser des savoirs préalablement acquis » (en %).....	256
Figure 46 : Histogramme représentant le choix de processus des enseignants en fonction du nombre d'heures de formation initiale suivi (déclaré) (en %)	257
Figure 47 : Graphique représentant sous forme d'aire la répartition du choix de processus en fonction du nombre d'heures suivi en formation initiale par les enseignants sur les DIS (déclaré).....	259
Figure 48 : Histogramme représentant le choix de processus des enseignants en fonction du concours le plus élevé obtenu (en %).....	260
Figure 49 : Graphique représentant sous forme d'aire la répartition du choix de processus en fonction du concours le plus élevé obtenu par les enseignants	261
Figure 50 : Histogramme représentant le choix de processus des enseignants en fonction de leur nombre d'années d'expérience en collège	262
Figure 51 : Graphique représentant sous forme d'aire la répartition du choix de processus des enseignants suivant leur nombre d'années d'expérience en collège.....	263
Figure 52 : Tableau permettant d'identifier le niveau de mise en œuvre des DIS des enseignants 30 et 31	301
Figure 53 : Représentation graphique des différentes phases composant la séance observée (les chiffres inscrits au niveau de chaque phase représentent leur durée en secondes)	316
Figure 54 : Photographie du tableau	318
Figure 55 : Représentation graphique des différentes phases composant la séance observée (les chiffres inscrits au niveau de chaque phase représentent leur durée en secondes)	321
Figure 56 : Photographie du tableau	322
Figure 57 : Photographie du tableau	323
Figure 58 : Photographie du tableau lors du temps de structuration.....	324

Figure 59 : Photographie correspondant au début de la fiche d'activité distribuée aux élèves	325
Figure 60 : Schéma représentant l'articulation des savoirs disciplinaires de la séance de classe de 3 ^{ème}	329
Figure 61 : Schéma représentant l'articulation des savoirs disciplinaires de la séance de classe de 6 ^{ème}	331
Figure 62 : Schéma représentant les différents dispositifs instrumentaux et procéduraux organisationnels au cours de la séance de 3 ^{ème}	333
Figure 63 : Tableau permettant d'identifier le niveau de mise en œuvre des DIS lors de la séance de 3 ^{ème}	334
Figure 64 : Schéma représentant les différents dispositifs instrumentaux et procéduraux organisationnels au cours de la séance de 6 ^{ème}	335
Figure 65 : Tableau permettant d'identifier le niveau de mise en œuvre des DIS lors de la séance de 6 ^{ème}	336
Figure 66 : Représentation synthétique des principaux résultats.....	349

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les différents domaines et critères retenus pour notre recherche.....	124
Tableau 2 : Le concept de savoirs disciplinaires	141
Tableau 3 : Représentation des concepts étudiés à travers les entrevues	155
Tableau 4 : Les différents niveaux d'investigation scientifique (Windschitl, 2003) adaptés par la CRIJEST.....	157
Tableau 5 : Représentation des dimensions et des indicateurs retenus pour l'analyse des deux questions ouvertes du questionnaire	188
Tableau 6 : Représentation des dimensions et des indicateurs retenus pour l'analyse des entrevues.....	191
Tableau 7 : Représentation des dimensions et des indicateurs retenus pour l'analyse des observations.....	196
Tableau 8 : Fréquence des formes actives (noms et adjectifs) présentes dans les définitions fournies par les enseignants.....	223
Tableau 9 : Fréquence des termes en lien avec les savoirs disciplinaires présents dans les définitions fournies par les enseignants.....	224
Tableau 10 : Extrait du corpus correspondant aux définitions des DIS fournies par les enseignants.....	228
Tableau 11 : Extrait du corpus correspondant aux définitions des DIS fournies par les enseignants.....	229
Tableau 12 : Extrait du corpus correspondant aux définitions des DIS fournies par les enseignants.....	230
Tableau 13 : Extrait du corpus correspondant aux définitions des DIS fournies par les enseignants.....	231
Tableau 14 : Fréquence des formes actives (noms et adjectifs) présentes dans les raisons évoquées par les enseignants pour faire mettre en œuvre des DIS.....	233
Tableau 15 : Fréquence des termes liés aux savoirs disciplinaires présents dans les raisons évoquées par les enseignants pour faire mettre en œuvre des DIS.....	234
Tableau 16 : Les différentes approches utilisées par les enseignants pour évoquer les finalités des DIS.....	237
Tableau 17 : Approche unique ou multiple utilisée par les enseignants pour évoquer les finalités des DIS	238
Tableau 18 : Tableau de synthèse	265
Tableau 19 : Les caractéristiques personnelles des interviewés	270

Tableau 20 : Caractéristiques des séances/séquences présentées par les interviewés.....	272
Tableau 21 : Vue d'ensemble des composantes déclarées être mise en œuvre par les interviewés	273
Tableau 22 : Vue d'ensemble des savoirs visés et mobilisés déclarés par les interviewés.....	279
Tableau 23 : Représentation du choix de processus réalisé lors du questionnaire par les répondants et la déclaration lors de l'entrevue de faire mobiliser ultérieurement les savoirs visés lors de la séance présentée	287
Tableau 24 : Le type d'arguments donné par les enseignants pour justifier leur choix de processus.....	288
Tableau 25 : Vue d'ensemble des dispositifs instrumentaux et procéduraux déclarés être mis en œuvre par les interviewés	296
Tableau 26 : Description succincte des séances observées.....	304
Tableau 27 : Représentation synthétique des différents savoirs disciplinaires en jeu présents dans les préparations de séance	306
Tableau 28 : Représentation synthétique des différents dispositifs présents dans les préparations de séance	312

INTRODUCTION

Ces dernières années, l'enseignement scientifique et technologique a connu une profonde reconfiguration dans plusieurs pays occidentaux, dont la France. En effet, certains textes institutionnels indiquent que l'éducation scientifique et technologique consiste en la formation d'une relève scientifique et technique, mais qu'elle correspond aussi au développement d'une culture scientifique et technologique pour tous (Organisation de Coopération et de Développement Économiques, 2007). D'autres textes préconisent également des démarches d'investigation scientifique pour enseigner et apprendre les sciences et la technologie (Eurydice, 2006 ; National Research Council, 2000). Dans le même sens, les curricula de sciences et de technologie français et notamment ceux du secondaire inférieur recommandent aux enseignants de faire mettre en œuvre des démarches d'investigation scientifique par les élèves (Ministère de l'Éducation nationale, 2008, 2015). À ce titre, les démarches d'investigation scientifique (DIS) en tant qu'objet d'étude méritent l'attention des chercheurs en éducation.

Par ailleurs, dans ce contexte de changement, l'apprentissage des savoirs scientifiques est fortement interpellé comme le montrent les écrits scientifiques de différents auteurs. Les DIS doivent conduire à la reconstruction par les élèves de savoirs conceptuels nouveaux (Hasni et Samson, 2007 ; Boilevin, 2013a ; Calmettes et Matheron, 2015). En effet, par exemple Boilevin (2013a) explique, qu'il est nécessaire que ces démarches soient avant tout des démarches au cours desquelles les élèves acquièrent de nouvelles connaissances scientifiques. Cependant, si plusieurs recherches empiriques révèlent des effets positifs sur les apprentissages des élèves lorsqu'ils mettent en œuvre des DIS en classe (Minner, Levy et Century, 2009), d'autres mettent en évidence des effets à tendance négative ou non significatifs sur l'apprentissage des savoirs scientifiques, et particulièrement

sur les apprentissages des savoirs conceptuels (N. Lederman *et al.*, 2007). En outre, les auteurs convergent sur l'existence d'une variété de mises en œuvre de ces démarches en classe (Coquidé et Flatter, 2015 ; Mathé, 2010) et sur la présence nécessaire de savoirs préalables chez les élèves à la mise en œuvre des démarches d'investigation scientifique, ainsi qu'à l'apprentissage de savoirs conceptuels nouveaux (Martinez Barrera, De Hosson et Décamp, 2015 ; Hasni et Samson, 2007).

Notre travail de recherche doctorale s'inscrit dans cette perspective. Celui-ci vise tout particulièrement à apporter un éclairage sur la manière dont les enseignants¹ de sciences de la vie et de la Terre (SVT), qui enseignent dans un collège français, articulent en classe les démarches d'investigation scientifique avec les autres savoirs en SVT. Cette recherche, par la description de ce que déclarent mettre en œuvre les enseignants pour articuler les DIS avec les autres savoirs en SVT, contribue à constituer un corpus de connaissances sur les démarches d'investigation scientifique mises en œuvre en classe. Ce corpus de connaissances pourra éventuellement alimenter le travail des didacticiens, des différents acteurs qui interviennent directement dans la formation des enseignants, ainsi que celui des enseignants eux-mêmes.

Cette thèse s'organise en cinq chapitres et suit la logique conventionnelle de présentation de ce type de travail scientifique. Le premier chapitre porte sur la problématique entourant les DIS dans le cadre de l'enseignement des sciences et de la technologie. Après un bref rappel des enjeux de l'éducation scientifique et technologique et de la place des DIS au sein de l'enseignement des sciences aujourd'hui, nous présentons le contexte institutionnel actuel de l'enseignement des sciences au secondaire inférieur (collège), à travers les curricula français. La

¹ De façon à ne pas alourdir notre texte, nous précisons que celui-ci est entièrement rédigé à la forme masculine. Néanmoins, cette dernière considère à la fois les hommes et les femmes.

troisième partie de ce chapitre est consacrée aux différents travaux de recherche portant sur les DIS, et particulièrement à ceux qui évoquent ces démarches en lien avec l'apprentissage des savoirs en sciences et technologie. Enfin, la dernière partie, qui porte un regard critique sur les recherches concernant les DIS et plus spécialement sur celles en lien avec les savoirs que les élèves doivent acquérir lors d'un enseignement en sciences et technologie, met en lumière le problème spécifique de notre recherche et la question qui préside à cette étude.

Dans le deuxième chapitre, nous présentons la trame conceptuelle mise en avant pour analyser et interpréter les données de recherche. En effet, notre travail repose sur un cadre articulant trois construits explicités au sein de trois parties successives, à savoir : les pratiques d'enseignement (Lenoir et Vanhule, 2006 ; Lenoir et Esquivel, 2015), les savoirs disciplinaires (Schwab, 1964 ; Martinand, 1994 ; Hasni, 2011) et les démarches d'investigation scientifique (Hasni *et al.*, 2009 ; Minner *et al.*, 2009). Nous considérons les savoirs composant la structure disciplinaire, c'est-à-dire les savoirs conceptuels, les habiletés, les attitudes et les démarches d'investigation scientifique (DIS). De plus, nous pensons que la construction de ces savoirs peut être vue comme un processus circulaire. Nous envisageons également l'idée que les pratiques d'enseignement sont multidimensionnelles, complexes et qu'elles peuvent être analysées à travers différentes dimensions : a) le quoi enseigner, b) le pourquoi enseigner ce qui est enseigné, c) le comment enseigner. Afin d'opérationnaliser ces différents éléments, nous retenons les concepts d'intervention éducative et de dispositifs. En lien avec ces trois dimensions, les objectifs opératoires de la recherche sont identifiés à la fin du chapitre.

Le troisième chapitre, subdivisé en six parties, expose la démarche méthodologique utilisée pour la présente recherche. Nous y rappelons d'abord la question de recherche qui anime notre réflexion, ainsi que les objectifs poursuivis, avant de traiter de la démarche de recherche et du type de recherche préconisé. Le

choix des participants à l'étude est ensuite abordé en explicitant la méthode d'échantillonnage et l'échantillon constitué. Nous présentons ensuite, successivement et dans le détail, en précisant leur validation, la procédure de collecte, de traitement et d'analyse des données retenue dans le cadre de cette étude, ainsi que les considérations déontologiques, les apports et les limites de notre recherche.

Les deux derniers chapitres sont consacrés respectivement à la présentation et à l'analyse des résultats. Le quatrième chapitre constitue le cœur même de la thèse puisqu'il présente les résultats en fonction du cadre de référence et suivant nos choix méthodologiques. Le cinquième chapitre, dédié à la discussion des résultats, fait une lecture distanciée de ces derniers en prenant appui sur la documentation scientifique. Il apporte quelques pistes d'interprétation et soulève de nouveaux questionnements au travers de nouvelles perspectives de recherche.

En guise de conclusion, nous faisons un court rappel des différents éléments qui composent notre thèse, et tout particulièrement les principaux résultats dégagés de notre analyse, avant de terminer en évoquant l'apport de notre recherche.

PREMIER CHAPITRE LA PROBLEMATIQUE

Cette recherche s'inscrit dans un contexte où le système éducatif français souhaite renouveler l'enseignement des sciences et de la technologie. Les réformes débutées au début des années 2000, à travers les curricula du primaire puis du secondaire, mettent en avant de nouveaux enjeux éducatifs pour l'enseignement des sciences. Elles commandent des ruptures importantes par rapport aux orientations précédentes quant à la conception du processus d'enseignement-apprentissage, ainsi qu'aux orientations pour la formation des enseignants. Dans ce contexte, les recherches réalisées en sciences de l'éducation, et en particulier celles qui traitent des DIS, peuvent être sollicitées pour alimenter la formation professionnelle dans l'optique d'un enseignement des sciences d'orientation constructiviste. Toutefois, un constat s'impose : l'articulation des DIS avec les autres savoirs en sciences et notamment au travers des pratiques d'enseignement, est peu documentée.

Ce premier chapitre situe, dans un premier temps, notre objet de recherche, les démarches d'investigation scientifique, au sein du contexte international, européen et français. En effet, nous présentons les enjeux de l'éducation scientifique et technologique puis nous décrivons l'enseignement des sciences et de la technologie à travers les curricula français. Dans un deuxième temps, nous exposons et nous analysons les différents travaux de recherche portant sur les DIS à partir de la documentation scientifique disponible. Enfin, dans un troisième temps, nous explicitons notre problème de recherche avant de dévoiler notre question générale de recherche.

1. L'EDUCATION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

Dans ce premier point, nous exposons les principaux enjeux de l'éducation scientifique et technologique, ainsi que la place des DIS dans celle-ci.

1.1 Les enjeux

Selon certains auteurs, comme Jenkins (1999) ou DeBoer (2000), les enjeux de l'éducation scientifique et technologique font référence à deux aspects : (a) la formation d'une relève scientifique et technique et (b) le développement d'une culture scientifique et technologique pour tous.

Le premier aspect porte sur la nécessité pour les sociétés d'assurer une relève scientifique et technique. Il s'agit de former des personnes ayant des compétences en sciences et technologie (S&T) à la fois dans des filières scientifiques et technologiques, mais également dans plusieurs secteurs d'emploi. Dans cette vision, l'enseignement des S&T doit permettre aux élèves une meilleure acculturation à cette discipline afin d'acquérir un socle scientifique et technologique solide leur assurant de poursuivre des études en S&T ou d'avoir accès à des professions qui nécessitent une formation en S&T. Dans cette perspective, un manque de personnes formées dans les domaines associés aux S&T priverait la société de ressources humaines indispensables à son développement industriel, mais aussi et surtout économique. En ce sens, l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE, 2007) soutient que, pour relever les défis scientifiques de notre époque, tels que le réchauffement climatique, l'épuisement des carburants fossiles, ou encore les traitements de pathologies comme le sida ou les cancers, les pays devront réaliser des investissements importants dans leurs infrastructures scientifiques et attirer ou développer une main-d'œuvre hautement qualifiée dans les domaines scientifiques et technologiques.

Le deuxième aspect concerne les enjeux de l'éducation des S&T en lien avec le développement d'une culture² scientifique et technologique pour tous les élèves, qu'ils se destinent ou non à poursuivre une carrière dans les domaines associés aux S&T. Cette autre approche de l'éducation des S&T envisage l'enseignement de ces disciplines comme une formation qui doit d'abord servir à tous les élèves, quelles que soient leurs ambitions scolaires, personnelles et professionnelles. DeBoer (2000) souligne que la culture scientifique concerne l'ensemble de la population, car elle touche l'intérêt pour la science et va au-delà des apprentissages prescrits à l'école : « *The important thing is that students learn something that they will find interesting so that they will continue to study science both formally and informally in the future* » (p. 597). Jenkins (1999) rappelle à son tour que l'exercice d'une citoyenneté éclairée repose, notamment, sur une éducation scientifique de qualité pour tous les élèves. Il explique que le développement d'une culture scientifique est indispensable pour tous les citoyens afin qu'ils puissent se positionner à propos des enjeux contemporains qui ont des dimensions scientifiques. Peu importe que ces enjeux soient d'ordre personnel (à titre d'exemple, l'hygiène, la médication et l'alimentation) ou collectif (les ressources énergétiques, les changements climatiques, le clonage, etc.). Dans le même sens, il existe réellement une minorité de producteurs du savoir scientifique qui le maîtrisent réellement et une majorité d'utilisateurs qui, sans à avoir à maîtriser tous ces savoirs, peuvent néanmoins posséder une culture scientifique de base (Godin, Gingras et Bourneuf, 1998). Dans cette perspective, les visées de l'enseignement des S&T se détachent de la simple initiation aux différentes disciplines scientifiques de référence et de la formation des futurs chercheurs ou ingénieurs :

Le développement de ressources humaines de la société ne dépend pas, en effet, de quelques spécialistes scientifiques seulement qui possèdent une formation de haut niveau et capables de suivre et de participer activement à l'avancement des sciences et des technologies. Ce développement dépend aussi d'une main-d'œuvre et de cadres capables de résoudre des problèmes par les sciences et les technologies ainsi que d'une population possédant une culture scientifique et technologique qui lui permette de

² Nous avons conscience que la « culture scientifique » est une expression polysémique. Au sens de DeBoer (2000), il s'agit d'un concept général qui implique une compréhension large et fonctionnelle des S&T pour l'éducation générale, et non pour la préparation spécifique des carrières scientifiques et techniques.

contribuer à l'amélioration de la qualité de vie, individuelle et sociale.
(Hasni, 2006, p. 145)

La section suivante expose la place des DIS au sein de l'éducation scientifique et technologique.

1.2 La place des démarches d'investigation scientifique dans l'éducation scientifique et technologique

Différents textes institutionnels d'origine internationale évoquent la place des démarches d'investigation scientifique³ dans l'éducation scientifique et technologique (American Association for the advancement of Science, 1989 ; Eurydice, 2006, 2011 ; National Research Council, 2000). Le rapport Eurydice (2006) et le National Research Council (2000) parlent des démarches d'investigation (« *Inquiry* ») comme d'un objet d'enseignement que les élèves doivent progressivement s'approprier. Alors que le rapport Eurydice (2011) décrit davantage les démarches d'investigation comme un moyen d'enseignement.

Par ailleurs, bien que différents termes soient utilisés dans les textes ci-dessus pour évoquer ces démarches (à titre d'exemples : démarche(s) d'investigation, démarche(s) scientifique(s), démarche(s) d'enquête ou encore « *inquiry* »), l'enjeu est toujours de renouveler les pratiques d'enseignement des sciences et de la technologie en cherchant à rendre l'apprentissage plus actif et plus motivant, et en proposant aux élèves des tâches plus ouvertes, leur laissant plus d'autonomie (Boilevin, 2013a). L'usage de l'investigation en classe doit permettre, selon certains auteurs, d'améliorer la compréhension des concepts scientifiques, de comprendre la nature de la science, de développer la disposition à répondre aux

³ Nous tenons à préciser que nous définissons l'expression de « démarches d'investigation scientifique » dans la deuxième partie du présent travail. Pour le moment, nous utilisons ces termes pour parler d'investigation scientifique réalisée en classe d'une façon générale.

questions et d'améliorer les attitudes à l'égard de la science (Astolfi et Develay, 2002 ; Boilevin, 2013b ; Gengarelly et Abrams, 2009).

De plus, ces démarches d'investigation scientifique diffusent dans les curricula internationaux (Gouvernement du Québec, 2005), européens (Government of the United Kingdom, 2015) mais aussi français (Ministère de l'Éducation nationale, 2004, 2008, 2015). Ces démarches sont présentes dans les programmes de l'école primaire comme dans ceux de l'enseignement secondaire. Au final, les DIS figurent dans la majorité des programmes du niveau secondaire inférieur (Eurydice, 2006). Il apparaît donc nécessaire que la recherche notamment en sciences de l'éducation, s'intéresse aux démarches d'investigation scientifique dans l'enseignement des sciences et de la technologie.

Notre étude portant spécifiquement sur la situation française, nous présentons dans la section suivante ce que disent plus précisément les curricula de ce pays au sujet de l'enseignement des sciences et de la technologie. Nous limitons cette présentation au niveau secondaire inférieur (collège)⁴. Ce choix s'appuie sur l'importance de ce niveau d'enseignement charnière entre l'école primaire⁵ et le lycée⁶, et sur le fait que l'enseignement des savoirs S&T devient prépondérant. Il se justifie aussi et surtout parce que les DIS sont présentes à ce niveau de la scolarité dans la plupart des curricula européens.

⁴ Élèves âgés de 11 à 15 ans.

⁵ Élèves âgés de 6 à 10 ans.

⁶ Élèves âgés de 16 à 18 ans.

2. L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE AU SECONDAIRE INFÉRIEUR DANS LES CURRICULA FRANÇAIS

Les intentions poursuivies par les curricula de l'enseignement secondaire inférieur français semblent cohérentes avec les enjeux de l'éducation scientifique et technologique évoqués plus haut. En effet, ces textes reposent sur « le socle commun de connaissances, de compétences et de culture » (Ministère de l'Éducation nationale, 2005, 2013) qui prônent une éducation scientifique et technologique pour tous, à la fois pour former les scientifiques de demain, mais également pour donner à chaque citoyen une culture scientifique et technologique. De plus, les curricula évoquent les savoirs que doivent transmettre les enseignants ou acquérir les élèves, et les DIS comme moyen et/ou objet d'enseignement des sciences et de la technologie.

Notre recherche doctorale, débutée en 2014, se situe temporellement au niveau de l'application de deux curricula (Ministère de l'Éducation nationale, 2008, 2015). C'est pourquoi nous réalisons ici une analyse comparée des curricula de 2008 et de 2015. Cette comparaison permet notamment de mettre en évidence l'évolution des institutions françaises concernant l'enseignement des sciences et de la technologie.

2.1 Le socle commun de connaissances, de compétences et de culture

Le socle commun de connaissances et de compétences a été institué par la loi d'orientation et de programme pour l'avenir de l'École du 23 avril 2005. La nouvelle loi, du 8 juillet 2013, d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République présente les évolutions de ce socle qui s'intitule désormais : « socle commun de connaissances, de compétences et de

culture ». Le décret d'application⁷ de ce texte fixe son entrée en vigueur pour la rentrée scolaire de septembre 2016.

Les curricula du secondaire inférieur (Ministère de l'Éducation nationale, 2008, 2015) expliquent que l'enseignement des S&T, qui s'appuie sur le socle commun, a pour objectifs de fournir aux élèves une première culture scientifique et technique indispensable à la description et à la compréhension du monde et des grands défis de l'humanité, mais également de leur faire acquérir des connaissances et des compétences.

Le socle commun doit s'acquérir durant la scolarité obligatoire regroupant l'école primaire (de 6 à 10 ans) et le collège (de 11 à 15 ans) et s'organise en trois cycles d'enseignement : le cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2) ; le cycle de consolidation (cycle 3) et le cycle des approfondissements (cycle 4). Il est devenu aujourd'hui la référence indispensable autour de laquelle sont organisés tous les enseignements de la scolarité obligatoire.

Le socle commun s'articule en cinq domaines de formation définissant les connaissances et les compétences : a) les langages pour penser et communiquer ; b) les méthodes et outils pour apprendre ; c) la formation de la personne et du citoyen ; d) les systèmes naturels et les systèmes techniques et e) les représentations du monde et l'activité humaine. Les sciences et la technologie, au même titre que les autres disciplines scolaires, participent à l'acquisition de l'ensemble du socle commun par les élèves. En effet, S&T contribuent à l'acquisition, notamment, des

⁷ Décret n° 2015-372 du 31-3-2015 - J.O. du 2-4-2015.

savoirs concernant les technologies de l'information et de la communication, mais aussi des savoirs en langue française et en langues étrangères.

Cependant, le domaine portant sur les systèmes naturels et les systèmes techniques semble davantage concerner les sciences et la technologie. Il a, en effet, pour objectif de donner à l'élève les fondements de la culture mathématique, scientifique et technologique nécessaires à une découverte de la nature et de ses phénomènes, ainsi que des techniques développées par l'Homme. Il s'agit, selon l'institution, d'éveiller sa curiosité, son envie de se poser des questions, de chercher des réponses et d'inventer, tout en l'initiant à de grands défis auxquels l'humanité est confrontée. L'élève découvre alors, par une approche scientifique, la nature environnante. L'objectif est de poser les bases lui permettant de pratiquer des démarches d'investigation scientifique et technique. Fondées sur l'observation, la manipulation et l'expérimentation, utilisant notamment le langage des mathématiques pour leurs représentations, les démarches scientifiques ont notamment pour objectif d'expliquer l'Univers, d'en comprendre les évolutions, selon une approche rationnelle privilégiant les faits et hypothèses vérifiables, en distinguant ce qui est du domaine des opinions et des croyances. Selon ces textes, les DIS développent, chez l'élève la rigueur intellectuelle, l'habileté manuelle et l'esprit critique, ainsi que l'aptitude à démontrer et à argumenter.

Ces textes tournés vers l'élève décrivent les DIS, appelées ici également « démarches scientifiques », à la fois comme des objets et comme des moyens d'apprentissage. L'élève doit apprendre à pratiquer des « démarches scientifiques », mais aussi à se servir de ces démarches pour reconstruire des connaissances scientifiques, développer des habiletés et des attitudes.

Comme nous l'avons précisé précédemment, bien qu'il y ait une continuité évidente entre l'enseignement des S&T à l'école primaire et au collège, nous allons nous intéresser dans la suite de notre travail uniquement à l'enseignement des S&T au niveau secondaire inférieur.

2.2 De multiples savoirs à enseigner

Selon les programmes, à l'issue de ses études au collège, l'élève doit s'être construit une première représentation globale et cohérente du monde dans lequel il vit. Il doit pouvoir apporter des éléments de réponse simples mais cohérents aux questions suivantes : « Comment est constitué le monde dans lequel je vis ? », « Quelle y est ma place ? », « Quelles sont les responsabilités individuelles et collectives ? ». Les sciences expérimentales (sciences physiques et chimiques et sciences de la vie et de la Terre) et la technologie permettent de mieux comprendre la nature et le monde construit par et pour l'Homme. Ces disciplines ont aussi pour objet de permettre à l'élève d'appréhender les enjeux sociétaux des sciences et de la technologie, et leurs liens avec les préoccupations de chaque être humain.

Les curricula français fixent, pour les sciences expérimentales (sciences physiques et chimiques et sciences de la vie et de la Terre) et la technologie, les différents savoirs que les élèves doivent acquérir (Ministère de l'Éducation nationale, 2008, 2015). Il s'agit (selon les dénominations utilisées par ces textes) : de connaissances (notions ou concepts scientifiques comme la respiration), de capacités (liées aux sciences comme savoir utiliser un microscope, ou des capacités interdisciplinaires comme savoir réaliser un graphique), d'attitudes (exercer une citoyenneté responsable notamment vis-à-vis de l'environnement) et de compétences (pratiquer des démarches scientifiques). Ces mêmes textes précisent également que les élèves doivent identifier par l'histoire des sciences et des techniques comment se construit un savoir scientifique.

Néanmoins, des différences apparaissent entre les curricula de 2008 et de 2015. En effet, dans les premiers curricula les connaissances et les capacités sont clairement identifiées. Les connaissances sont organisées, pour chacun des niveaux scolaires du collège (6^{ème}, 5^{ème}, 4^{ème} et 3^{ème}), en plusieurs parties et correspondent aux savoirs que les élèves doivent acquérir. Par exemple, pour le niveau 6^{ème} (élèves âgés de 11 ans) en SVT, les connaissances sont les suivantes : a) caractéristiques de l'environnement proche et répartition des êtres vivants ; b) le peuplement d'un milieu ; c) origine de la matière des êtres vivants ; d) des pratiques au service de l'alimentation humaine et d) diversité, parentés et unité des êtres vivants. Les proportions, représentant le temps d'enseignement qui doit être réservé à chacune des parties, sont précisées. À savoir pour le niveau 6^{ème}, respectivement, 10 %, 30 %, 25 %, 20 % et 15 %. Les capacités sont énoncées pour chacune des parties. Par ailleurs, des limites en termes de connaissances sont fixées et les connaissances exclues sont précisées. Les curricula de 2008 apparaissent comme structurants pour l'enseignant, car précisant ce qui doit être enseigné et ce qui ne doit pas l'être.

Les derniers curricula ne sont plus organisés par niveau scolaire mais par cycle comme le socle commun de connaissances, de compétences et de culture : a) le cycle 2 (élèves de 6 à 8 ans), b) le cycle 3 (élèves de 9 à 11 ans) et le cycle 4 (élèves de 12 à 15 ans). Le niveau secondaire inférieur ou collège correspond à la dernière année du cycle 3 (6^{ème}) et au cycle 4 (5^{ème}, 4^{ème} et 3^{ème}). Les connaissances, les capacités et les compétences que doivent acquérir les élèves sont données pour chaque cycle. Les connaissances sont organisées en thèmes, mais elles ne correspondent plus à des savoirs que les élèves doivent acquérir. Elles sont énoncées en termes d'objectifs que les élèves doivent atteindre et sous forme de compétences que ceux-ci doivent acquérir : « les connaissances et les compétences associées ». Par exemple, pour les SVT au cycle 4, et plus précisément concernant le thème de la planète Terre, l'environnement et l'action humaine, il est noté : « Comprendre et expliquer les choix en matière de gestion de ressources naturelles à différentes échelles » (p. 345). Les enseignants de sciences et technologie doivent à présent décider des connaissances qu'ils enseignent ou non à leurs élèves et

également de leur répartition sur l'ensemble des cycles. Cette nouvelle liberté donnée aux enseignants leur confère désormais un rôle prépondérant dans la répartition et la progression des savoirs scientifiques.

Finalement, les curricula de 2008 placent l'enseignant et les connaissances au cœur de l'enseignement des sciences et de la technologie, alors que les élèves et les compétences sont au centre des curricula de 2015. Nous retrouvons cette tendance à propos de « la démarche d'investigation » ou « des démarches scientifiques » évoquées par ces textes. Les démarches présentées dans la section suivante tiennent une place importante aussi bien dans les curricula de 2008 que dans ceux de 2015.

2.3 De « la démarche d'investigation » aux « démarches scientifiques »

Les curricula de 2008 présentent « la démarche d'investigation » comme étant davantage une démarche d'enseignement-apprentissage qui repose sur l'investigation scientifique, tandis que ceux de 2015 évoquent des « démarches scientifiques » comme étant un objet d'apprentissage, une compétence à acquérir.

2.3.1 Des démarches comme moyen et objet d'enseignement-apprentissage

Les curricula de 2008 recommandent aux enseignants d'avoir recours à « la démarche d'investigation » pour enseigner les sciences et la technologie. Cette démarche, décrite comme le moyen d'enseignement-apprentissage des sciences, est présentée en sept étapes :

1. Le choix d'une situation-problème par l'enseignant. Il s'agit notamment d'analyser les savoirs visés, de repérer les acquis initiaux et les conceptions des élèves.

2. L'appropriation du problème par les élèves. Les élèves proposent des éléments de solution qui permettent de travailler sur leurs conceptions initiales.
3. La formulation d'hypothèses. Les élèves formulent une ou des hypothèses et les communiquent à la classe.
4. L'investigation conduite par les élèves. Les élèves élaborent et mettent en œuvre des expériences. Les résultats obtenus sont confrontés aux hypothèses formulées précédemment.
5. L'échange argumenté autour des propositions émises par les élèves. Les élèves communiquent et débattent de leurs propositions.
6. L'acquisition et la structuration des connaissances. Il s'agit de la mise en évidence de nouveaux éléments de savoirs.
7. La mobilisation des connaissances. Il s'agit de tester les connaissances acquises dans de nouveaux contextes.

Même si les textes précisent que ces étapes ne sont pas nécessairement à suivre de façon linéaire, la démarche est présentée comme telle et très structurée.

Les textes exposent que cette démarche s'appuie sur le questionnement des élèves à propos du monde réel. Ils indiquent également que les investigations sont réalisées avec l'aide de l'enseignant et que l'élaboration de réponses et la recherche d'explications ou de justifications débouchent sur l'acquisition de connaissances, de compétences méthodologiques et sur la mise au point de savoir-faire techniques.

Les curricula de 2015 utilisent les termes de « démarche d'investigation » mais aussi de « démarches scientifiques ». Celles-ci représentent un moyen mais également et surtout un objet d'enseignement-apprentissage. En effet, les curricula expliquent que la construction de savoirs et de compétences par les élèves doit se faire à travers la mise en œuvre de démarches scientifiques et technologiques variées. Ces textes précisent que les élèves doivent pratiquer des « démarches scientifiques ». Celles-ci font partie des compétences du socle commun de

connaissances, de compétences et de culture que doivent acquérir les élèves. Ces démarches sont présentées par un ensemble d'éléments :

1. Formuler une question ou un problème scientifique.
2. Proposer une ou des hypothèses pour résoudre un problème ou une question.
Concevoir des expériences pour la ou les tester.
3. Utiliser des instruments d'observation, de mesure et des techniques de préparation et de collecte.
4. Interpréter des résultats et en tirer des conclusions.
5. Communiquer sur ses démarches, ses résultats et ses choix en argumentant.
6. Identifier et choisir des notions, des outils et des techniques, ou des modèles simples pour mettre en œuvre une démarche scientifique.

Certaines de ces étapes figuraient dans les programmes précédents. Nous pouvons notamment citer l'interprétation des résultats ou encore la proposition d'hypothèses. De même, « la démarche d'investigation » exposée dans les programmes de 2008 et « les démarches scientifiques » présentées dans ceux de 2015 sont des démarches expérimentales. En effet, le recueil de faits se réalise, selon les concepteurs des programmes, à partir de l'expérimentation. Quelques différences majeures peuvent néanmoins être soulevées. Par exemple, l'idée de résoudre un problème apparaît ici et les étapes correspondant à l'acquisition de connaissances ainsi qu'à leur mobilisation dans de nouveaux contextes ne sont plus mentionnées. Les savoirs scientifiques visés ont disparu.

Finalement, il apparaît que les curricula sont passés d'une description d'une démarche d'enseignement-apprentissage détaillant les différentes étapes que l'enseignant doit mettre en place en classe dans le but de faire acquérir des connaissances, des attitudes et des savoir-faire aux élèves, à des démarches que doivent s'approprier les élèves afin d'acquérir « cette compétence scientifique ». Dans le même sens, nous notons également que dans les curricula de 2015, les

élèves ne doivent plus s'approprier un problème donné par l'enseignant mais le formuler dans l'objectif de le résoudre. En outre, la présence d'un problème n'est plus nécessaire lors de démarches d'investigation scientifique, une simple question semble suffire.

2.3.2 *La place de l'enseignant et des élèves*

Les curricula de 2008 décrivent l'enseignant comme « un guide ». En effet, il est noté que :

l'enseignant guide le travail des élèves et, éventuellement, l'aide à reformuler les questions pour s'assurer de leur sens, à les recentrer sur le problème à résoudre qui doit être compris par tous. Ce guidage ne doit pas amener à occulter ces conceptions initiales mais au contraire à faire naître le questionnement. (Ministère de l'Éducation nationale, 2008, p. 4)

Ces curricula précisent également que les nouveaux éléments de savoirs (connaissances, capacités, attitudes, compétences) sont mis en évidence et reformulés avec l'aide de l'enseignant, en fin de séquence. Sans qu'il soit indiqué de quelle manière, l'enseignant doit donc intervenir tout au long de la séance d'enseignement en se comportant comme « un guide » avec ses élèves. Le terme de « guide » n'est, par ailleurs, jamais explicité.

Pour ce qui concerne les élèves, les curricula de 2008 préconisent « une autonomie », de façon explicite et à plusieurs reprises. En effet, le terme « autonomie », qui n'est pas défini, est cité quinze fois. Les textes expliquent notamment que « les modes de gestion des regroupements d'élèves, du binôme au groupe-classe selon les activités et les objectifs visés, favorisent l'expression sous toutes ses formes et permettent un accès progressif à l'autonomie » (Ministère de l'Éducation nationale, 2008, p. 4). Ils précisent également qu'« à travers certaines activités de recherche et de production, les sciences de la vie et de la Terre

contribuent à l'acquisition de l'autonomie de l'élève » (*Ibid*, p. 9). Les contenus enseignés sont toujours l'occasion de contribuer au développement de « l'autonomie » et de l'initiative de l'élève. Par la suite, « l'autonomie » et « l'initiative » sont présentées comme des capacités à acquérir en fin de collège : « ces capacités d'autonomie et d'initiative devront être maîtrisées en classe de troisième » (*Ibid*, p. 12). Il semble que le terme « autonomie » corresponde ici à une sorte de curseur désignant le fait que l'élève réaliserait plus ou moins seul, ou avec l'aide de ses pairs, les tâches prescrites par l'enseignant. Les textes de 2008, tout en donnant l'impression d'être rigides et restrictifs, restent relativement flous quant aux rôles de l'enseignant et des élèves.

Les curricula de 2015, quant à eux, ne décrivent à aucun moment le rôle de l'enseignant. Par ailleurs, le terme « autonomie » attribué aux élèves est moins présent. En effet, il est seulement noté que la connaissance et la pratique des thèmes abordés en sciences et technologie aident à construire l'autonomie du futur citoyen. Les textes précisent que cela est rendu possible notamment par le développement chez l'élève de son jugement critique. L'autonomie que l'élève doit acquérir en classe n'est plus évoquée. Contrairement aux textes de 2008, les textes de 2015 semblent utiliser le terme « autonomie » au sens d'émancipation.

Les curricula de 2015, tout en donnant l'impression d'être davantage tournés vers l'élève par rapport aux curricula de 2008, n'évoquent pas de démarche d'apprentissage où l'élève serait acteur et responsable, mais simplement des compétences qu'il doit acquérir. En définitive, les nouveaux curricula semblent décontextualisés et dépersonnalisés.

Finalement, que ce soit dans les textes d'origine gouvernementale ou dans les textes institutionnels comme les programmes français de l'enseignement des

S&T au collège, les connaissances (terme employé dans les programmes) et les démarches d'investigation scientifique, bien que décrites séparément, sont présentées avec un lien exprimé de façon plus ou moins explicite. Nous notons également le rôle devenu prépondérant des enseignants dans le choix, la répartition et la progression des savoirs scientifiques tout au long des différents cycles de l'enseignement obligatoire. Par conséquent, dans ce contexte flou qui met en avant, à la fois, les savoirs scientifiques que doivent enseigner les enseignants ou acquérir les élèves et les DIS comme moyen et/ou objet d'enseignement-apprentissage, il est important de recenser et d'analyser ce que nous apporte la documentation scientifique concernant les DIS en lien avec l'enseignement des savoirs en sciences et technologie.

3. LES DEMARCHES D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE DANS LA DOCUMENTATION SCIENTIFIQUE

Après avoir décrit la méthode de recension utilisée pour réaliser notre revue de la documentation scientifique, nous explicitons l'apport des textes que nous avons consultés. Nous précisons d'ores et déjà que notre recension n'est pas de type systématique, notre objectif étant davantage d'obtenir un état des lieux représentatif de la recherche sur les démarches d'investigation en lien avec l'enseignement des savoirs en sciences et technologie.

3.1 La méthode de recension utilisée

Afin d'effectuer l'état de la recherche nécessaire à notre étude, nous avons utilisé différentes banques de données anglophones et francophones⁸. Nous nous sommes appuyée sur les mots-clés qui nous semblaient les plus pertinents au regard de notre étude. Nous avons notamment utilisé les mots-clés suivants : investigation, démarche(s) scientifique(s), démarche(s) expérimentale(s), enquête(s) et *inquiry*.

⁸ FRANCIS ; CAIRN ; ÉRUDIT ; HAL ; PERSÉE ; REPÈRE ; REVUES.ORG ; ERIC ; ProQuest ; Sudoc.

Nous avons croisé les résultats obtenus avec les différentes banques de données. Les documents recueillis sont essentiellement de nature scientifique.

Nous avons réalisé un tri de la documentation obtenue en excluant, à partir de la lecture des titres et des résumés, les publications qui ne concernent pas les sciences et la technologie. Nous avons ensuite examiné, à l'aide d'une grille d'analyse construite *a priori* (annexe A), les publications sélectionnées couvrant les vingt dernières années, ainsi que certaines parutions qui, bien que plus anciennes, nous paraissaient être toujours d'actualité. Comme nous l'avons mentionné plus haut, nous nous intéressons aux démarches d'investigation scientifique, et plus particulièrement, à ces démarches en lien avec l'enseignement des savoirs en sciences et technologie. C'est pourquoi, après une lecture d'ensemble, notre attention s'est orientée vers deux axes : a) la mise en œuvre des démarches d'investigation et b) les effets des démarches d'investigation sur les apprentissages des élèves.

3.2 L'apport des textes consultés

3.2.1 Une variété de travaux de recherche

Les démarches d'investigation font l'objet de très nombreux travaux de recherche tant au niveau international que français, comme le montrent notamment Bachtold (2012), Boilevin (2013a, 2013b) ou Venturini et Tiberghien (2012). Certaines études portent sur l'analyse des curricula et plus particulièrement sur l'explicitation du sens accordé à l'expression « démarche d'investigation » (Dell'Angelo, Coquidé et Magneron, 2012 ; Gengarelly et Abrams, 2009 ; Minner, Levy et Century, 2009 ; Park Rogers et Abell, 2008 ; Venturini et Tiberghien, 2012 ; Hasni, Belletête et Potvin, 2018). D'autres travaux sont consacrés aux représentations des enseignants concernant les DIS (Park Rogers et Abell, 2008 ; Prieur, Monod-Ansaldi et Fontanieu, 2013) ou bien aux croyances et connaissances des enseignants sur la nature des sciences (Crawford, 2007 ; Gyllenpalm *et al.*,

2010 ; Pélissier et Venturini, 2012). D'autres encore étudient les fondements épistémologiques, psychologiques et didactiques de ce type d'enseignement (Bachtold, 2012 ; Cariou, 2013). Au-delà du fait que les chercheurs, tout comme les institutions, ne sont pas tous d'accord sur ce que sont ou sur ce que devraient être les DIS, de nombreuses recherches s'intéressent aux conditions de leur mise en œuvre en classe et à leurs effets sur les apprentissages des élèves (Grangeat, 2011). Ainsi, Boilevin *et al.* (2012), Calmettes (2012), Jameau (2015) et Marlot et Morge (2016) mettent en évidence les écarts et les tensions entre les prescriptions et les connaissances professionnelles des enseignants. Certains auteurs se centrent sur les effets de ce type de démarches sur les apprentissages des élèves (Blanchard *et al.*, 2009 ; Minner *et al.*, 2009 ; Windschitl, 2003). D'autres encore abordent la formation des enseignants à ces nouvelles pratiques (Blanchard *et al.*, 2009 ; Grangeat, 2013 ; Ostermeier *et al.*, 2009).

Dans la suite de notre travail, nous allons approfondir notre analyse de la documentation scientifique en considérant plus spécifiquement les travaux qui traitent de la mise en œuvre des DIS, ainsi que ceux qui s'intéressent aux effets de ces démarches sur les apprentissages des élèves.

3.2.2 *Une mise en œuvre variée des démarches d'investigation scientifique*

Les travaux réalisés sur la mise en œuvre des DIS révèlent qu'il existe des formes variées de mises en œuvre au niveau de la structure des démarches et que celles-ci peuvent être influencées en particulier par les conceptions, l'expérience des enseignants, mais aussi par leurs connaissances professionnelles. Ces études portent sur des enseignants qui exercent soit à l'école primaire soit au collège.

Différents auteurs qui étudient les pratiques d'enseignement des enseignants de sciences expérimentales (sciences physique chimie et sciences de la vie et de la

Terre) mettent en évidence une grande variété concernant les DIS mises en œuvre en classe (Cross, 2013 ; Mathé, 2010 ; Grangeat, 2013). À titre d'exemple, les composantes des DIS déployées lors d'une séance de sciences ne sont pas toujours les mêmes. Parfois, les élèves émettent des hypothèses, alors qu'à d'autres moments, celles-ci sont imposées par l'enseignant. Les élèves, souvent, manipulent mais il est également possible qu'ils utilisent des documents relatant des résultats d'expériences. Par ailleurs, une phase de structuration de connaissances est plus rarement observée.

Coquidé et Flatter (2015) montrent que des enseignants de SVT français exerçant au collège rencontrent des difficultés quant à la mise en œuvre de « la démarche d'investigation » prescrite par les curricula français. Cela se vérifie notamment en ce qui concerne l'autonomie des élèves préconisée : ces auteures soulignent « des difficultés de mise en œuvre en classe, analysées ici en termes d'organisations curriculaires strictes (programmes, durée des séances), se conciliant difficilement avec une souplesse et une ouverture qui seraient nécessaires à d'authentiques investigations » (Coquidé et Flatter, 2015, p. 47).

En outre, les enseignants rencontrent différents problèmes qui peuvent influencer la mise en œuvre des DIS en classe. Une des difficultés à l'opérationnalisation des DIS est liée à la diversité d'interprétations que font les enseignants lors de la lecture des curricula. En effet, selon leurs représentations du métier ou de leur discipline (Gess-Newsome, 2002 et Pélissier et Venturini, 2012), selon leurs expériences (Windschitl, 2003), selon leurs connaissances (Jameau, 2012) et selon leurs désirs conscients ou non, ils ne vont pas pratiquer de la même façon leur enseignement. Dans la même idée, Venturini et Tiberghien (2012) décrivent, concernant la mise en œuvre des nouveaux programmes de sciences physiques et chimiques au collège par un enseignant débutant, à la fois le désir de celui-ci de satisfaire aux exigences institutionnelles et les difficultés qu'il rencontre

pour ce faire, liées notamment aux rapports personnels qu'il entretient avec le savoir concerné.

Le décalage entre ce que l'institution demande ou recommande de faire et ce qu'il est réellement possible de faire en classe (en raison des contraintes et ressources de l'enseignement) constitue un obstacle à la mise en œuvre des démarches d'investigation. Martinand (1983) parle de « référence » et de « possible ». Calmettes, évoquant ce même auteur, écrit :

si l'on peut, selon l'auteur, légitimement tenter de référer les activités scientifiques à l'école à des activités scientifiques hors école, dans des milieux de recherche, de construction ou d'utilisation de concepts ou d'objets scientifiques ou technologiques (la référence), les conditions matérielles, cognitives et sociales des activités en classe (le possible) impliquent immédiatement une idée d'écart entre la référence et le possible. (Calmettes, 2012, p. 15)

Hulin (1992), quant à lui, considère qu'enseigner une physique « authentique » même au lycée est un « mirage ». Il met en avant la « nécessité » de faire reposer l'enseignement scientifique sur une réflexion à propos de problématiques (Pourquoi cette question ? Comment y répondre ?) afin de rendre cet enseignement « plus explicite quant à la démarche de nos sciences et à la nature même des problèmes auxquels elle s'attaque » (Hulin, 1992, p. 102). Cela rejoint l'idée de Johsua et Dupin (1993) de transformer un problème scientifique en un problème didactique.

Dans sa thèse, Mathé (2010) parle également « d'obstacles » à la mise en œuvre par les enseignants d'un enseignement par investigation. Elle expose ceux identifiés par des enseignants français de sciences physiques et chimiques qui exercent au collège. Ces obstacles peuvent être liés aux particularités de « la démarche d'investigation » (création des conditions favorables à l'autonomie des

élèves, la maîtrise de la conception et de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation et l'évaluation), aux élèves (leurs capacités et leur manque de motivation) et aux contraintes didactiques (les conditions matérielles, les séances en classe entière et « la démarche d'investigation chronophage »).

Gandit, Triquet et Guillaud (2012) témoignent des difficultés que rencontrent les enseignants débutants pour gérer la complexité, qu'elle soit liée à leurs propres choix didactiques, ou introduite par les élèves. Cette complexité semble refusée par les enseignants. Les auteurs s'appuient notamment sur Morin (1986), pour qui « la complexité n'est pas seulement le problème de l'objet de connaissance ; c'est aussi le problème de la méthode de connaissance nécessaire à cet objet » (Morin, 1986, p. 232), pour montrer que « la méthode de connaissance » peut être différente pour les élèves et le professeur, conduisant celui-ci à fermer « la démarche d'investigation ». Ils mettent en évidence un manque d'analyse *a priori* des enseignants, créant des insuffisances du milieu didactique proposé aux élèves, lesquelles, en retour ont des incidences fortes sur le contrat didactique.

De leur côté, Martinez Barrera, De Hosson et Décamp (2015), au travers d'une étude sur des enseignants du primaire, en contexte français et colombien, et qui suivent une formation continue, montrent qu'il est nécessaire de posséder des connaissances préalables pour construire des problèmes dans le cadre de démarches fondées sur l'investigation. Ces auteurs précisent que la situation proposée par l'enseignant doit se trouver dans la zone proximale de développement (au sens de Vygotski) de l'élève. Ils indiquent également qu'un accompagnement des élèves est indispensable : « Les démarches pédagogiques d'apprentissage par franchissement d'obstacle méritent d'être particulièrement accompagnées pour être fécondes » (p. 64). Dans le même sens, Furtak, Seidel, Iverson et Briggs (2012), dans leur méta analyse répertoriant les travaux de recherche de 1996 à 2006, notent que l'apprentissage des élèves semble meilleur lorsque l'investigation est guidée par l'enseignant que lorsqu'elle est menée par les élèves. Également, Kirshner,

Sweller et Clark (2006) expliquent, quant à eux, que, malgré la popularité des démarches d'enseignement non guidées ou minimalement guidées celles-ci ignorent à la fois les structures qui constituent l'architecture cognitive humaine et les résultats d'études empiriques des cinquante dernières années. En effet, ces études indiquent que les démarches d'enseignement peu guidées sont moins « efficaces » que les démarches d'enseignement qui mettent l'accent sur l'accompagnement des élèves dans leur processus d'apprentissage. L'avantage des démarches d'enseignement guidées commence à reculer seulement lorsque les élèves possèdent des connaissances préalables suffisantes pour un apprentissage autonome.

De plus, Hasni et Samson (2007) expliquent que les démarches à caractère scientifique doivent permettre de construire des problèmes pertinents, c'est-à-dire amener les élèves à problématiser. Pour que ces derniers construisent des problèmes, les enseignants doivent tenir compte de différents éléments propres aux élèves qui peuvent devenir des obstacles : les représentations, les cadres de référence et les savoirs acquis précédemment (voir également Hasni, 2011).

Bref, l'absence des savoirs nécessaires à la formulation du problème rend l'obstacle infranchissable par les élèves ; la présentation préalable des savoirs sur lesquels le problème est supposé déboucher enlève tout obstacle et éteint, par conséquent, tout désir de recherche. (Hasni, et Samson, 2007, p. 3)

Cependant, Ruiz-Primo et Furtak (2007) indiquent que, dans le contexte d'un enseignement basé sur l'investigation scientifique, les enseignants semblent se concentrer davantage sur les procédures que sur le processus de production de connaissances (développer l'explication scientifique). Leurs résultats suggèrent également que la réactivité est un aspect crucial de l'enseignement basé sur l'investigation scientifique. Les enseignants doivent s'adapter en permanence au niveau des élèves. Cela implique pour l'enseignant à la fois de la planification et de la flexibilité, ou comme Sawyer (2004) l'a appelée, de « l'improvisation

disciplinée ». Dans la même idée, Marlot (2009, 2016) montre que les difficultés rencontrées par les enseignants, lorsque leurs élèves mettent en œuvre des DIS en classe, peuvent mener à un évanouissement des savoirs conceptuels visés au profit d'apprentissages davantage procéduraux.

Il ressort de ce qui précède qu'il existe une variété de mises en œuvre des DIS en classe, et que les enseignants rencontrent des difficultés qui sont notamment dues à leurs expériences, à leurs représentations ou à leurs connaissances professionnelles. Ces difficultés peuvent mener à des apprentissages presque exclusivement procéduraux. Nous notons également que le guidage de l'enseignant ainsi que la présence de savoirs préalables chez les élèves semblent nécessaires à la mise en œuvre des DIS par ces derniers et à l'apprentissage de savoirs nouveaux.

3.2.3 Des effets nuancés des démarches d'investigation scientifique sur l'apprentissage des élèves

À travers le monde, les discussions concernant les effets des démarches d'investigation scientifique sur l'apprentissage des savoirs en sciences et technologie par les élèves n'aboutissent à aucun consensus. Ces travaux de recherche, dont les résultats sont mitigés comparent en général deux groupes d'élèves, à savoir : un groupe ayant suivi un enseignement dit « traditionnel » de type transmission-réception et un groupe ayant participé à un enseignement basé sur l'investigation scientifique. Les élèves des deux groupes sont évalués (le contenu de l'évaluation dépend de chaque étude) avant et après l'enseignement. Les résultats de certaines études montrent un effet globalement positif de ces démarches sur l'apprentissage de certains savoirs scientifiques par les élèves, alors que d'autres études mettent en évidence une tendance plutôt négative ou non significative des effets de ces démarches sur l'apprentissage des élèves.

Minner, Levy, et Century (2009) ont effectué une méta-analyse recensant les travaux de recherche de 1984 à 2002 réalisés aux États-Unis sur le sujet. Celle-ci révèle une tendance positive (51% des articles) des effets des pratiques d'enseignement fondées sur l'investigation sur l'apprentissage des élèves, en particulier les enseignements qui mettent les élèves dans des situations où ils sont actifs et qui leur permettent de tirer des conclusions à partir de données. Les stratégies d'enseignement qui engagent activement les élèves dans le processus d'apprentissage par des investigations scientifiques sont davantage susceptibles d'accroître la compréhension conceptuelle que ne le sont les stratégies qui s'appuient sur des techniques transmissives. Ce qui est cohérent avec les théories constructivistes de l'apprentissage.

Hofstein, Navon, Kipnis et Mamlok-Naaman (2005) mettent en évidence la capacité d'élèves du secondaire à poser des questions pertinentes et scientifiquement fondées, après avoir suivi un enseignement reposant sur l'investigation en laboratoire de chimie. Leurs résultats concordent avec ceux présentés précédemment, à savoir que l'enseignement basé sur l'investigation a un effet positif sur l'apprentissage des élèves comparativement aux méthodes d'enseignement traditionnel.

Une autre méta-analyse, réalisée par Furtak, Seidel, Iverson et Briggs (2012), montre dans l'ensemble un effet positif de l'enseignement basé sur l'investigation. Néanmoins, ces auteurs précisent que la plupart des études expérimentales effectuées entre 1996 et 2006 n'ont pas réellement examiné l'enseignement et/ou l'apprentissage basé sur l'investigation, mais plutôt identifié différentes formes d'échafaudages pédagogiques qui n'ont pas modifié la place de l'élève ou de l'enseignement.

Wilson, Taylor, Kowalski et Carlson (2010) indiquent qu'un enseignement basé sur l'investigation adressé à des élèves âgés de 14 à 16 ans engendre des effets positifs sur les connaissances, le raisonnement scientifique et l'argumentation de ces élèves. Les évaluations de ces derniers sont réalisées juste après la séquence d'enseignement et répétées quatre semaines plus tard. De la même manière, Blanchard, Southerland, Osborne, Sampson, Annetta et Granger (2010) étudient l'effet d'un enseignement basé sur l'investigation sur l'apprentissage d'élèves du secondaire (collège et lycée). Les auteurs observent plus précisément les effets d'un enseignement basé sur l'investigation de niveau 2 « *guided inquiry* » où les « *students are responsible determining the method of investigation and how to interpret the results* » (p. 5, inspiré de Schwab, 1962 et de Colburn, 2000), sur les connaissances, les savoirs procéduraux et les savoirs sur la nature de la science des élèves. Les résultats mettent en évidence un effet globalement positif à très court terme, mais aussi à long terme, de l'enseignement basé sur l'investigation, à la fois pour les connaissances, pour les savoirs procéduraux et pour les savoirs sur la nature de la science.

De plus, certaines études comme celle de Gibson et Chase (2002), dont le but est d'évaluer les effets à long terme d'un programme d'été reposant sur l'enseignement des sciences basé sur l'investigation, menée au Collège Hampshire (secondaire inférieur) de 1992 à 1994, dévoilent que lorsque les élèves mettent en œuvre une DIS, ils restent intéressés et motivés par les sciences et s'investissent davantage dans leurs études.

Néanmoins, malgré les résultats de plusieurs études et méta-analyses démontrant des effets plutôt positifs d'un enseignement basé sur l'investigation sur l'apprentissage des élèves, certaines recherches telles que celles menées par Klahr et Nigam (2004), Lee, Buxton, Lewis et LeRoy (2006) ou N. Lederman, Lederman, Wickman, et Lager-Nyqvist (2007) semblent présenter des résultats plus mitigés. En effet, les travaux de Klahr et Nigam (2004), portant sur des élèves de troisième

et de quatrième année du secondaire, mettent en évidence des effets sur l'apprentissage (procédures de conception et d'interprétation d'expérience) des élèves davantage positifs pour l'enseignement traditionnel par rapport à un enseignement basé sur la découverte. Il faut noter toutefois que dans ce type d'enseignement, l'enseignant n'intervient pas, il s'agit d'un enseignement non guidé.

L'étude de Lee *et al.* (2006) examine les capacités des élèves du primaire à la conduite d'investigations en sciences à travers leur participation à une intervention pédagogique sur une année scolaire. L'étude porte sur 25 élèves des troisièmes et quatrièmes années de six écoles primaires représentant des groupes culturels différents. Avant et à la fin de l'intervention, les élèves participent à des séances d'explicitation les amenant à expliquer comment ils ont mené une investigation relative à l'évaporation de l'eau. Les résultats indiquent que les élèves améliorent leurs capacités, en lien avec certains aspects de l'investigation comme la conception et la réalisation d'expériences ou l'utilisation des résultats d'expériences, pour appuyer des hypothèses. Ils continuent, cependant, à rencontrer des difficultés avec d'autres aspects, notamment pour les attitudes (par exemple, le respect des animaux). De plus, les élèves issus des milieux les moins privilégiés (culturellement ou socialement) affichent une progression plus importante de leurs capacités comparativement à leurs homologues plus privilégiés. Les auteurs précisent également que les élèves de quatrième année améliorent davantage leurs capacités en lien avec l'investigation que les élèves de troisième année, et que l'intervention explicite de l'enseignant est nécessaire. En effet, il apparaît dans cette étude que les enseignants doivent apporter une aide importante au début de l'apprentissage de la démarche d'investigation, puis qu'ils doivent réduire progressivement leur soutien pour permettre aux élèves de réaliser la démarche de façon autonome. Ces résultats sont cohérents avec la méta-analyse de Furtak, Seidel, Iverson et Briggs (2012) et avec l'étude précédemment citée de Kirshner, Sweller et Clark (2006).

N. Lederman *et al.* (2007), qui étudient les effets d'un enseignement basé sur l'investigation sur des élèves de la sixième à la huitième année du secondaire, obtiennent des résultats non concluants. En effet, aucune différence significative, en termes d'apprentissage des élèves, entre un enseignement de type traditionnel et un enseignement basé sur l'investigation n'a pu être démontrée. La même étude a été reproduite avec le même groupe d'enseignants et des résultats similaires ont été obtenus (J. S. Lederman, Lederman, Wickman et Lager-Nyqvist, 2008). Un travail récent réalisé par Grissom, Czajka, et McConnell (2015) va dans le même sens que les deux études précédentes. Il porte sur des élèves de l'enseignement supérieur en géologie. Les résultats ne montrent pas de différence significative concernant les effets d'un enseignement basé sur l'investigation et les effets d'un enseignement de type traditionnel.

Bien que l'investigation puisse être perçue comme une réforme populaire dans l'enseignement des sciences depuis les années 1960, ses avantages en termes d'apprentissage des élèves par rapport à un enseignement plus traditionnel sont encore à ce jour controversés. Le fait que l'expression de « démarches d'investigation » ait des significations multiples (objet ou moyen d'enseignement-apprentissage) dans la documentation scientifique et que le positionnement de certains auteurs par rapport à cela reste flou rend les résultats des méta-analyses parfois difficiles à interpréter. Néanmoins, les différents travaux de recherche cités précédemment tendent à montrer que ce n'est pas tant l'enseignement basé sur l'investigation qui engendre des effets à tendance négative sur l'apprentissage des élèves, mais plutôt le fait que cet enseignement s'adresse peut-être à des élèves qui ne possèdent pas les connaissances suffisantes pour tirer les bénéfices d'un tel enseignement.

4. LE PROBLEME DE L'ARTICULATION ENTRE LES DEMARCHES D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE ET LES AUTRES SAVOIRS EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Comme nous l'avons évoqué au début du présent travail, il est recommandé (par les curricula de 2008 et de 2015) aux enseignants de sciences et de technologie français de faire mettre en œuvre des DIS en classe par leurs élèves dans l'objectif de leur permettre de reconstruire des savoirs scientifiques. Les curricula de 2015 présentent également les DIS comme une compétence que les élèves doivent acquérir, c'est-à-dire comme un objet d'apprentissage. Il paraît donc nécessaire de s'intéresser aux DIS mises en œuvre en classe mais aussi et surtout à l'articulation entre ces démarches avec les autres savoirs en sciences et technologie.

Il ressort de notre recension de la documentation scientifique que la mise en œuvre de DIS en classe est variée et que les effets de ces démarches en termes d'apprentissage de savoirs scientifiques nouveaux par les élèves sont mitigés. Cependant, les recherches qui font état de résultats portant spécifiquement sur la dynamique entre les DIS mises en œuvre en classe et les autres savoirs en sciences et technologie sont peu nombreuses et elles concernent essentiellement les effets sur les apprentissages des élèves. Il semble effectivement exister une zone d'ombre dans la documentation scientifique concernant ce sujet. De plus, les travaux de recherches scientifiques nous précisent que l'apprentissage de savoirs conceptuels nouveaux, à travers des DIS, semble nécessiter l'acquisition préalable de savoirs conceptuels par les élèves. Cette constatation confirme l'intérêt de se pencher sur l'articulation entre les DIS et les autres savoirs en sciences et technologie. À ce titre, plusieurs orientations de recherche sont possibles. Nous pouvons notamment citer l'articulation entre DIS et les autres savoirs en S&T à travers les manuels scolaires, les représentations des enseignants et/ou des élèves, les évaluations, etc.

Par ailleurs, certains travaux de recherche mettent en évidence le rôle prépondérant de l'enseignant dans la reconstruction de savoirs S&T par les élèves

à travers des démarches d'investigation. Par conséquent, le rôle de l'enseignant apparaît central dans la dynamique entre les démarches d'investigation et les autres savoirs en S&T. Nous rappelons que les pratiques d'enseignement⁹ ont un impact sur l'apprentissage des élèves, mais également que l'enseignement ne se déduit pas directement des apprentissages (Bru, Altet et Blanchard-Laville, 2004). En effet,

considérer les performances et les progressions des élèves comme produits de l'enseignement sans chercher à savoir comment s'est déroulé l'apprentissage sous les conditions créées par l'enseignant fait non seulement courir le risque d'une attribution hasardeuse de l'origine de ces performances mais, surtout, laisse sans ressource la tentative de comprendre comment se produisent les effets de l'enseignement. (*Ibid.*, p. 79)

Nous faisons alors le choix d'étudier l'articulation entre les DIS et les autres savoirs en sciences et technologie à travers les pratiques d'enseignement. À ce titre, notre objectif général de recherche est le suivant :

Identifier comment des enseignants de sciences et technologie exerçant dans un collège français articulent les démarches d'investigation scientifique avec les autres savoirs en sciences et technologie.

Cette recherche a donc pour objectif de caractériser l'articulation des démarches d'investigation scientifique avec les autres savoirs en sciences et technologie à travers les pratiques d'enseignement. Pour ce faire, il importe de mettre au clair une trame conceptuelle qui puisse rendre possible le regard distancé du chercheur sur de telles pratiques, point qui est traité dans le chapitre suivant.

⁹ Ce terme sera défini précisément dans le troisième chapitre de ce travail consacré au cadre de référence. Pour le moment, nous considérons qu'il s'agit du travail de l'enseignant de façon générale.

DEUXIEME CHAPITRE LE CADRE DE REFERENCE

Après avoir situé institutionnellement et scientifiquement notre travail de recherche doctorale, et ainsi montré l'intérêt de ce dernier, ce deuxième chapitre permet de définir et de caractériser la trame conceptuelle sur laquelle il repose. En lien avec notre objectif général de recherche, nous présentons trois construits : a) les pratiques d'enseignement, b) les savoirs en sciences et c) les démarches d'investigation scientifique. Nous faisons le choix d'explicitier les DIS comme un construit séparément des savoirs en sciences de façon à présenter leurs spécificités.

Dans la première partie consacrée aux pratiques d'enseignement, nous exposons dans un premier temps, de manière non exhaustive, les différents termes et définitions employés pour évoquer ces pratiques. Dans un second temps, nous abordons les diverses approches utilisées pour les étudier, avant de préciser les pratiques d'enseignement retenues pour notre étude. Dans la deuxième partie, nous présentons d'abord les savoirs en sciences et technologie, les savoirs conceptuels, les savoir-faire, les savoir-être et enfin les savoirs retenus pour notre étude. La troisième partie, qui porte sur les DIS évoque ces démarches dans les pratiques des scientifiques et en classe, nous amène à présenter les différentes définitions, avant d'exposer les caractéristiques des démarches d'investigation scientifique retenues pour notre travail de recherche. Dans la quatrième et dernière partie de ce chapitre, nous traitons l'articulation de ces trois construits sur laquelle repose la suite de notre étude, avant de terminer par la formulation de nos objectifs spécifiques de recherche.

1. UNE ETUDE SOUS L'ANGLE DES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT

Comme nous l'avons évoqué à la fin du chapitre consacré à notre problématique, cette étude est réalisée sous l'angle des pratiques d'enseignement. Les sections qui suivent font référence à des travaux francophones, à travers le concept de pratique ou à d'autres concepts englobants connexes, mais aussi à des travaux d'origine nord-américaine qui s'intéressent à la classe comme objet d'étude. Ces derniers ne s'appuient pas nécessairement sur le concept de pratique. Après avoir présenté, sans prétendre à l'exhaustivité, différentes approches permettant de rendre intelligible le travail des enseignants, nous exposons les pratiques d'enseignement retenues pour notre travail de recherche doctorale.

1.1 Une variété de termes et de définitions

Dans la documentation scientifique, il est possible de rencontrer différents termes pour évoquer le travail de l'enseignant. Pour en parler d'une manière englobante, certains textes utilisent le terme de pratique, notamment « *classroom practice* » (Bartos et Lederman, 2014 ; Borko, Jacobs, Eiteljorg et Pittman, 2008 ; Borko, Stecher, Alonz, Moncure et McClam, 2005), pratiques d'enseignement (Hasni et Bousadra, 2015 ; Hasni, 2011 ; Tiberghien et Malkoun, 2007), « *classroom teaching practices* » (Hasni, Roy et Dumais, 2016), pratiques des enseignants, pratiques enseignantes (Erdogan et Campbell, 2008 ; Campbell et Erdogan, 2005 ; Robert et Rogalski, 2002, Chevallard, 1997, 1999) ou encore la pratique enseignante (Bru, Altet et Blanchard-Laville, 2004 ; Lenoir et Vanhulle, 2006). D'autres textes emploient les termes d'action didactique (Sensevy et Mercier, 2007) ou d'activité enseignante (Pastré, 2002 ; Pastré, Mayen et Vergnaud, 2006). Le travail de l'enseignant peut également être abordé par un angle plus restreint et plus précis, par exemple dans les travaux de Chin (2006, 2007) qui étudie les interactions entre l'enseignant et les élèves en classe.

Lenoir et Vanhulle (2006) expliquent que « la pratique se constitue dans et à partir de l'action singulière au cœur d'activités sociales en même temps qu'elle se constitue dans et à partir de discours, en fonction des "mondes représentés" du sujet » (p. 214). Ils ajoutent que

la pratique est un processus d'objectivation spécifiquement humain, concret et singulier, qui opère dans le contexte social et qui est constitutif à la fois des objets que l'être humain produit (la réalité) ainsi et qui le produisent en retour par l'entremise des processus médiateurs types que sont le langage et le travail (compris au sens large) et qui agissent en tant que modes de régulation sociale. (*Ibid.*, p. 214)

Concernant plus précisément le travail de l'enseignant, Altet (2001) note que

la pratique professionnelle de l'enseignant peut être aussi définie comme une activité professionnelle située, orientée par des fins, des buts et des normes, celle d'un groupe professionnel, traduisant les savoirs, les procédés et les compétences en actes d'une personne en situation professionnelle. (p. 14)

Cependant, Lenoir et Vanhulle (2006) rappellent que « le recours à une action idéalement rationnelle s'avère illusoire dans le champ de l'interaction sociale que constitue la relation enseignement-apprentissage » (p. 218). Par ailleurs, d'autres auteurs ajoutent que « la pratique enseignante est une action imputable, finalisée, intersubjective, interactive, bienveillante, dialectique, intégrative et régulatrice des processus d'apprentissage » (Lenoir, Larose, Deaudelin, Kalubi et Roy, cités par Lenoir et Vanhulle, 2006, p. 519). D'autres encore précisent que la pratique enseignante est un processus interne, c'est-à-dire la capacité permanente de l'enseignant d'agir de façon opportune en tenant compte de la situation, des moyens à sa disposition et de l'ensemble des possibilités perçues qui s'offrent à lui, compte tenu de la fin plus ou moins déterminée qu'il entend poursuivre (Lenoir et Vanhulle, 2006). De plus, Robert et Rogalski (2002) indiquent que la pratique

enseignante ne se réduit pas à l’agir de l’enseignant en classe puisqu’elle inclut les temps préactif, interactif et postactif.

Nous utilisons ici le mot pratiques pour désigner tout ce que l’enseignant ou l’enseignante met en œuvre avant, pendant et après la classe (conceptions activées au moment de la préparation des séances, connaissances diverses, discours mathématiques et non mathématiques pendant la classe, gestes spécifiques, corrections de productions d’élèves, etc.). (cités par Lenoir et Vanhulle, 2006, p. 506)

Dans le même sens, Altet (2001) affirme que la pratique enseignante

englobe à la fois la pratique d’enseignement face aux élèves, avec les élèves, mais aussi la pratique de travail collectif avec les collègues, la pratique d’échanges avec les parents, les pratiques de partenariat. Elle recouvre à la fois des actions, des réactions, des interactions, des transactions et ajustements pour s’adapter à la situation professionnelle. (p. 11)

Sensevy et Mercier (2007) définissent ainsi le terme de pratique en utilisant préférentiellement l’expression d’ « action didactique » : « ce que les individus font dans des lieux (des institutions) où l’on enseigne et où l’on apprend », en considérant que cette action est réalisée conjointement par le professeur et ses élèves. Les deux dimensions qui caractérisent l’action didactique sont premièrement qu’elle se réalise conjointement (enseignement-apprentissage) et deuxièmement qu’il y a transmission de savoirs. En outre, Pastré, Mayen et Vergnaud (2006) préférant le terme « d’activité », considèrent que l’activité enseignante est une « activité de coopération-communication entre un enseignant et ses élèves » (p. 154).

Vinatier et Pastré (2007), s’appuyant sur les travaux de Masselot et Robert (2007), caractérisent le travail de l’enseignant en évoquant les relations existantes notamment entre les termes de pratique et d’activité. Ils expliquent que « le terme

"pratique" est utilisé pour qualifier tout ce qui se rapporte à ce que l'enseignant pense, dit ou ne dit pas, fait ou ne fait pas, sur un temps long, que ce soit avant, pendant ou après les séances de classe », et que le mot « activités » est « réservé à des moments précis de ces pratiques, référés à des situations spécifiques dans le travail enseignant : activités en classe, activités de préparation, voire d'élaboration de contrôle pour les élèves, activités de concertation » (p. 4). Ils définissent la notion de pratique comme étant multidimensionnelle et englobante.

Comme le montrent les différents termes employés et les définitions qui peuvent s'y rattacher, plusieurs approches sont possibles pour rendre intelligible le travail des enseignants.

1.2 Différentes approches pour rendre intelligible le travail des enseignants

L'ensemble des travaux portant sur le travail de l'enseignant se distingue au regard de leur façon d'aborder les pratiques. Notamment, comme nous l'avons exposé précédemment, le concept central utilisé pour l'étude de la classe peut différer ainsi que les principaux concepts organisateurs de l'analyse des pratiques, ou encore leurs assises épistémologiques. Ces travaux se différencient également en fonction de leur visée. En effet, Altet (2000), Bru (2002) et Marcel, Olry, Rothier-Bautzer et Sonntag (2002) rappellent l'existence de trois fonctions dans l'étude des pratiques, à savoir : prescrire, former et théoriser.

Dans ce travail, nous faisons le choix de présenter uniquement les travaux de recherche qui portent sur la pratique enseignante dans une vision multidimensionnelle et ceux qui concernent les pratiques d'enseignement en rapport avec les savoirs scientifiques ou mathématiques. En effet, notre recherche doctorale s'intéresse aux pratiques d'enseignement dans leur globalité et en relation étroite avec les savoirs en sciences et technologie. Nous excluons, par conséquent,

délibérément les études portant sur les pratiques enseignantes initiées par Chevallard ou Brousseau puisqu'elles se concentrent essentiellement sur ce qui se passe en classe et/ou sur l'assujettissement institutionnel comme déterminant possible de ces pratiques. Nous mettons également de côté les travaux réalisés notamment par Pastré et Vergnaud qui s'intéressent au développement des compétences professionnelles des enseignants et à ce titre se centrent davantage sur l'activité que sur les savoirs.

1.2.1 Les pratiques d'enseignement dans leur multidimensionnalité

Différents travaux traitent de la pratique enseignante dans sa multidimensionnalité (Bru, Altet et Blanchard-Laville, 2004 ; Lenoir et Vanhule, 2006 ; Lenoir *et al.*, 2002 ; Robert et Rogalski, 2002). Ces auteurs expliquent que « la pratique enseignante ne se réduit pas à l'agir de l'enseignant en classe » (Lenoir et Vanhule, 2006, p. 226), elle renvoie à l'ensemble des activités qui s'organise autour du temps de classe, en présence des élèves, et inclut trois phases interdépendantes : préactive, interactive et postactive (Altet, 2002 ; Bru et Talbot, 2001). La phase préactive correspond à la préparation, structurée ou non, de l'intervention auprès des élèves ; la phase interactive renvoie aux pratiques d'enseignement telles qu'elles se déroulent en classe ; la phase postactive conduit à l'expression d'une argumentation justificatrice (les « motifs-parce-que ») de la pratique effective, telle que vécue (Lenoir et Vanhulle, 2006). Dans le même sens, Robert et Rogalski (2002) décrivent la pratique enseignante comme une activité complexe.

Nous admettons comme hypothèse de travail que les pratiques des enseignants et des enseignantes sont complexes, stables et cohérentes, et qu'elles résultent de recompositions singulières (personnelles) à partir des connaissances, représentations, expériences, et de l'histoire individuelle en fonction de l'appartenance à une profession. (Robert et Rogalski, 2002, p. 508)

Ces mêmes auteures exposent qu'il y a dans les déterminants des pratiques, des contraintes qui dépassent la classe et qu'il s'agit de les préciser pour identifier

l'espace de liberté de l'enseignant : contraintes institutionnelles pour une part (liées aux programmes notamment), contraintes sociales liées aux habitudes d'une profession, voire d'un établissement, contraintes plus internes liées aux personnalités en présence. Également, d'autres auteurs expliquent que les phénomènes d'enseignement-apprentissage

se présentent de manière imbriquée dans la réalité de l'espace d'enseignement et interagissent ensemble. On ne peut pas séparer ce qui ressort de la didactique, de la pédagogie, du relationnel, de la dimension psychique ou des dimensions cognitives, etc. ; toutes les dimensions sont conjuguées à chaque instant. Cette conjugaison de dimensions est à l'œuvre en permanence dans le fonctionnement du professeur en situation et, en toute hypothèse, dans les effets de ce fonctionnement sur les apprentissages des élèves. (Bru, Altet et Blanchard-Laville, 2004, p. 81)

1.2.2 Des pratiques d'enseignement en lien avec les savoirs scientifiques ou mathématiques

Des travaux de recherche se sont intéressés aux pratiques d'enseignement du point de vue spécifique des savoirs disciplinaires (Robert et Rogalski, 2002 ; Campbell et Erdogan, 2005 ; Chin, 2006, 2007 ; Erdogan et Campbell, 2008 ; Tiberghien et Malkoun, 2007 ; Tiberghien, Malkoun, Buty, Souassy, et Mortimer, 2007). Ils interpellent la manière avec laquelle ces savoirs sont enseignés et appris. Comme nous l'avons évoqué précédemment, ces travaux, particulièrement ceux en provenance de l'Amérique du Nord, ne recourent pas nécessairement au concept de pratique, même s'ils s'intéressent à l'enseignement et à l'apprentissage en classe.

Tout d'abord, Robert et Rogalski (2002) cherchent à comprendre comment des individus particuliers (enseignant, élèves) peuvent investir les marges de manœuvre qu'il leur reste et quelles sont les conséquences en termes d'apprentissages des élèves (analyse descriptive), comme du point de vue du fonctionnement de ces pratiques (analyse interprétative). Pour interpréter et déterminer les pratiques de l'enseignant, ces auteurs font appel à ce qu'ils nomment l'ergonomie cognitive. Dans une optique constructiviste, ils s'appuient notamment

sur les travaux de Piaget (1992) et retiennent trois éléments : a) l'importance pour l'apprentissage des déséquilibres, b) de la dialectique entre assimilation et accommodation, et c) de la construction autonome des connaissances en prenant en compte la classe, l'enseignant et la spécificité des savoirs visés. Les auteurs adoptent également les hypothèses de Vygotski (1985) et Bruner (1986), à savoir : l'existence d'une zone de connaissances qu'une imitation dirigée peut contribuer à installer, la nécessité d'organiser les savoirs entre eux et l'importance de certaines interactions ou médiations. Par ailleurs, Robert et Rogalski (2002) adhèrent à l'idée de pratiques d'enseignement complexes et qu'elles prennent forme aussi bien avant, pendant et après la classe. De plus, ils s'intéressent aux pratiques d'enseignement liées aux savoirs en mathématiques.

Tiberghien et Malkoun (2007), quant à elles, étudient les pratiques d'enseignement avec une entrée spécifiquement par les savoirs. Il s'agit ici de savoirs en physique. Ces auteures présentent leur travail comme s'inscrivant dans une approche comparatiste en didactique. Elles précisent, en s'appuyant notamment sur Sensevy et Mercier (2007), que leur analyse est centrée sur les savoirs comme production conjointe du professeur et des élèves dans une classe. En effet, elles affirment avoir fait le choix d'étudier ce que Sensevy et Mercier (2007) nomment « l'action didactique » et de considérer les pratiques d'enseignement et d'apprentissage du point de vue des savoirs (ce qui est enseigné et appris). Elles considèrent que la compréhension des élèves concernant le savoir se développe grâce à de nouvelles relations construites par l'apprenant qui relient des éléments de connaissance à un ensemble déjà constitué. Elles supposent à ce titre que ces nouvelles relations ou intégrations se construisent le plus souvent à partir d'éléments de connaissance assez petits (différents de l'apprentissage par changement conceptuel dû aux conflits cognitifs). Elles font ensuite le lien entre l'enseignement en classe et l'apprentissage des élèves, en émettant des hypothèses relatives aux cheminements possibles des élèves au cours de l'enseignement les conduisant à certaines acquisitions. Elles avancent notamment l'hypothèse selon laquelle « la construction de la compréhension conceptuelle de la physique se ferait

par petits éléments » (p. 34). Ces auteures caractérisent les savoirs enseignés à deux niveaux de granularité : les thèmes et les facettes. Ce dernier, les facettes de savoirs, est le plus petit niveau de granularité (Minstrell, 1992, repris par Galili et Hazan, 2000) et l'ensemble de ces petits éléments compose un concept.

Les travaux de recherche réalisés par Erdogan et Campbell (2005, 2008) s'intéressent, dans un contexte de pratiques d'enseignement des sciences basé sur une perspective constructiviste, aux questions posées par les enseignants en classe, et plus particulièrement à l'impact des questions posées par l'enseignant sur l'action des élèves. Celle-ci est étudiée à travers quatre domaines : a) l'attitude des élèves, b) les déclarations des élèves, c) les processus scientifiques et d) les actions à l'initiative des élèves.

Dans la même idée, Chin (2006, 2007) étudie les interactions en classe entre l'enseignant et les élèves, et plus précisément les interactions en lien avec les savoirs scientifiques. L'auteur explique que la connaissance est construite dans le contexte social de la classe par le langage et d'autres moyens sémiotiques. En effet, Chin s'appuie sur la théorie socioculturelle de Vygotski (1978). Celui-ci affirme que l'apprentissage conceptuel apparaît d'abord entre les individus sur un plan interpsychique, puis à l'intérieur de l'apprenant sur un plan intrapsychique et sur le construit de « zone proximale de développement » qui suggère que les enseignants peuvent guider le discours sur le plan interpsychique pour soutenir l'apprentissage des élèves. Chin rappelle l'importance du discours enseignant-élève dans la classe (Bruner, 1986) et l'existence de deux types de discours qui sont indispensables pour le développement conceptuel : le discours autoritaire et le discours dialogique (Mortimer et Scott, 2003). L'auteur explique que le discours autoritaire a essentiellement pour but d'évaluer ce que les élèves savent. Alors que dans le discours dialogique, l'intention de l'enseignant est d'obtenir ce que les élèves pensent, pour les encourager à élaborer leurs réponses, et de les aider à construire des connaissances conceptuelles. Chin (2006, 2007), en s'appuyant notamment sur

Roth (1996) et Settlage (1995), note qu'au cours d'une discussion guidée, l'enseignant pose des questions pour susciter les idées des élèves et faciliter leur réflexion. Il accueille les réponses et les questions des élèves, fournit une évaluation continue en commentant leurs réponses et encourage les réponses multiples. Chin précise que, dans ce contexte, il analyse comment la question posée par l'enseignant influence ce que les élèves répondent, et si cette question suscite une réflexion plus poussée de la part des élèves.

D'autres auteurs (Hasni, 2011 ; Hasni et Bousadra, 2015 ; Hasni, Roy et Dumais, 2016), se référant à la fois aux travaux portant sur les pratiques enseignantes dans leur multidimensionnalité (Bru, Altet, et Blanchard-Laville, 2004 ; Lenoir et Vanhulle, 2006) et aux travaux traitant les pratiques d'enseignement du point de vue des savoirs, se sont intéressés à construire une meilleure compréhension des pratiques d'enseignement en S&T (Robert et Rogalski, 2002 ; Campbell et Erdogan, 2005 ; Chin, 2006, 2007 ; Erdogan et Campbell, 2008 ; Tiberghien et Malkoon, 2007). Leurs travaux reposent également sur quatre dimensions qui correspondent à quatre questions : a) pourquoi enseigner ce qui est enseigné ? b) quoi enseigner ? c) comment l'enseigner ? et d) avec quoi enseigner ? (Hasni, 2005 ; Hasni *et al.*, 2009 ; Lenoir, Maubant, Hasni, Lebrun, Zaid, Habboub et McConnell, 2007).

1.3 Les pratiques d'enseignement retenues pour notre étude et le concept d'intervention éducative

Comme le montrent les sections précédentes, les travaux de recherche sur les pratiques d'enseignement varient, notamment, suivant leurs objectifs et leurs fondements théoriques. En outre, le travail de l'enseignant est représenté comme une activité complexe particulièrement difficile à analyser, et la part du discours au sein des pratiques d'enseignement comme déterminant de l'acquisition des savoirs par les élèves est mise en avant par de nombreux auteurs.

Par ailleurs, nous rappelons que notre étude porte sur l'articulation entre les démarches d'investigation et les autres savoirs en S&T. À ce titre, nous faisons le choix, dans le cadre de notre recherche doctorale, d'utiliser la dénomination de « pratiques d'enseignement ». Des sections précédentes, nous retenons différents éléments pour aborder ces pratiques. Tout d'abord, comme certains auteurs (Bru, Altet et Blanchard-Laville, 2004 ; Lenoir et Vanhule, 2006 ; Robert et Rogalski, 2002), nous soutenons l'idée que les pratiques d'enseignement sont multidimensionnelles, complexes et qu'elles comportent trois phases interdépendantes, à savoir : la phase préactive, la phase interactive et enfin la phase postactive. Notre travail de recherche s'intéressant aux savoirs en S&T, nous avons besoin d'un cadre qui nous donne l'opportunité d'étudier les pratiques d'enseignement en lien étroit avec les savoirs et particulièrement les savoirs en S&T. À cet égard, en nous appuyant sur les travaux de plusieurs auteurs (Hasni, 2005 ; Hasni *et al.* 2009 ; Lenoir *et al.*, 2007 ; Hasni, Roy, et Dumais, 2016), nous percevons les pratiques d'enseignement à travers différentes dimensions : a) le quoi enseigner, b) le pourquoi enseigner ce qui est enseigné, c) le comment enseigner. De ceci découle le choix du concept d'intervention éducative pour étudier les pratiques d'enseignement (Lenoir, 2014).

L'emploi du terme « interventions » faisant référence à des activités professionnelles est historiquement très récent et évoque une variété de significations. Il apparaît dans les années 1970 au Canada et dans la décennie suivante en France (Nélisse, 1997). En éducation, le concept d'intervention permet de rendre intelligible l'action de l'enseignant tout en y posant un regard critique. Nous considérons ce concept, dans le cadre du présent travail de recherche, comme une modélisation de la pratique d'enseignement. Ce choix repose, entre autres, sur la possibilité d'aborder les pratiques à partir d'une articulation entre différentes dimensions et différentes phases de la pratique, et aussi sur celle de souligner la fonction médiatrice centrale de l'enseignant agissant sur le rapport d'apprentissage qui s'établit entre les élèves et les objets de savoir (Lenoir *et al.*, 2002). Le recours au concept d'intervention éducative pour analyser les pratiques d'enseignement en

S&T s'appuie également sur la nécessité d'exprimer synthétiquement la complexité de la fonction enseignante, métier relationnel qui ne se résume pas à la seule transmission de savoirs validés par la communauté scientifique.

La triade du processus enseignement-apprentissage (enseignant-savoir-élève), qui privilégie tantôt l'enseignant, tantôt l'élève ou encore les savoirs à enseigner, est ainsi brisée. Elle est remplacée par une nouvelle conception axée sur les processus médiateurs. Par conséquent, si, sur l'influence du paradigme processus-produit, l'action d'enseignement et l'action d'apprentissage étaient considérées comme étant distinctes et séparées (Altet, 2002 ; Bru, 2002 ; Doyle, 1986 ; Gage, 1986), force est de reconnaître que le concept d'intervention éducative s'appuie plutôt sur une interaction dynamique de la relation enseignement-apprentissage. En effet, le concept d'intervention installe, par le recours au concept de médiation pédagogique-didactique (explicité plus loin), un lien qui va de l'enseignant au rapport cognitif s'établissant entre l'élève et le savoir. Ainsi, on peut définir l'intervention éducative comme

l'ensemble des actions finalisées posées par des personnes mandatées, motivées et légitimées en vue de poursuivre dans un contexte institutionnellement spécifique les objectifs éducatifs socialement déterminés, en mettant en place les conditions les plus adéquates possible pour favoriser la mise en œuvre par les élèves des processus d'apprentissage appropriés. (Lenoir *et al.*, 2002, p. 12)

Du point de vue de l'enseignement des S&T, nous comprenons alors l'intervention éducative comme un ensemble d'actions intentionnelles mises en œuvre par l'enseignant, en mettant en place les conditions les plus propices pour permettre à l'élève de recourir à une démarche structurée et rigoureuse et, par-là, de reconstruire des savoirs scientifiques.

1.3.1 *Une action finalisée*

L'intervention éducative n'est pas une simple action, elle constitue une action sociale intentionnelle, dirigée, finalisée, légitimée (Nélisse, 1997). À ce sujet, Schwebel, Maher et Fagley (1990) distinguent deux types d'actions sociales intervenant sur le développement cognitif de l'individu : 1) des actions qui facilitent le développement cognitif de façon aléatoire et auxquelles les individus sont soumis pour le simple fait d'être dans le monde, d'interagir, de vivre (exemple : communication parent/enfant, jeux d'enfant, etc.) ; 2) des actions qui sont construites formellement et intentionnellement pour permettre à l'individu le développement des rapports cognitifs. L'intervention éducative se positionne parmi ce deuxième groupe d'actions, car « il n'est pas d'intervention sans une ou des finalités » (Lenoir *et al.*, 2002). Bien qu'il n'existe pas de définition unique de ce qu'est une finalité, nous considérons, comme d'autres avant nous (Araújo-Oliveira, 2010), qu'un enseignant « identifie, justifie et véhicule des valeurs concernant la spécificité et la raison d'être de son action, c'est-à-dire l'orientation générale de ses actions » (p. 137) (dans le cas qui nous occupe, l'intervention éducative en S&T). Dans le cadre de cette recherche, les finalités anticipent et justifient, donc, toute intervention.

1.3.2 *Une action médiatrice*

L'intervention éducative est indissociable du concept de médiation. Ce dernier fait référence à l'interactivité régulatrice qui s'instaure entre un enseignant (intervenant socialement légitimé), des élèves (sujets apprenants) et des savoirs généralement prescrits par le curriculum qui correspondent à une facette du réel pris comme objet d'étude. Tout processus d'apprentissage en tant que rapport cognitif entre l'apprenant et un objet de connaissance n'est jamais une relation directe et immédiate d'appropriation d'objets de savoir. Un processus cognitif d'objectivation s'installe grâce à un système médiateur entre l'apprenant et l'objet de savoir. Il faut, cependant, distinguer deux types de médiation qui s'interpellent et interagissent : la médiation cognitive qui lie l'apprenant à l'objet du savoir et la médiation

pédagogico-didactique qui lie l'enseignant à la médiation cognitive. Cette dernière provoque et organise la médiation cognitive (Weisser, 2007).

La médiation cognitive, en tant que dimension intrinsèque, repose sur l'idée que la réalité, humaine, physique ou sociale, relève d'une construction de la part du sujet humain. Il « s'agit d'une action qui passe par le détour nécessaire d'un système objectif de régulation, lui-même étant objet d'une construction » (Lenoir *et al.* 2002, p. 17). Cette médiation naît donc de la rupture que l'apprenant établit avec l'objet en produisant en lui cet objet (Lenoir, 1996). En revanche, la médiation pédagogique-didactique, en tant que dimension extrinsèque, qui nous intéresse spécifiquement pour le présent travail de recherche indique plutôt

la fonction sociale qui consiste à aider l'individu à percevoir et à interpréter son environnement. Une personne, le médiateur, en aide une autre à reconnaître certaines caractéristiques importantes, physiques ou sociales, de son expérience présente ou passée, en les sélectionnant et en les organisant. Bref, le médiateur aide l'individu à donner un sens à l'univers. (Schwebel *et al.*, 1990, p. 297)

Cette médiation relève donc d'une action extérieure et constitue un moyen concret d'intervention. Pour Lenoir *et al.* (2002), elle est ainsi pédagogique-didactique en ce qu'elle « fait appel à la fois aux dimensions psychopédagogiques et aux dimensions didactiques, afin de mettre en œuvre les conditions jugées les plus propices à l'activation par l'élève du processus de médiation cognitive » (p. 19). Altet (2006) montre que le terme pédagogique-didactique renvoie non seulement à la fonction didactique de structuration et de gestion des contenus, mais également à la fonction pédagogique d'aide à la construction du savoir en installant une relation fonctionnelle et organisationnelle des apprentissages, englobant notamment des aspects liés à la gestion du temps, de l'espace et des élèves en classe. Finalement, la médiation pédagogique-didactique correspond à la façon dont un individu plus expérimenté (l'enseignant) organise le milieu d'un autre individu (l'élève) pour le rendre intelligible, de telle sorte que ce dernier puisse s'y adapter pour y développer son apprentissage (Barth, 2000).

La médiation externe de l'enseignant se trouve au croisement des trois dimensions de l'intervention éducative associées à la perspective opérationnelle. En premier lieu, la dimension didactique fait référence à la structuration et à la gestion de contenus d'enseignement spécifiques à chaque discipline scolaire, ici les sciences et la technologie. Elle renvoie au rapport aux savoirs disciplinaires à enseigner ainsi qu'aux processus d'enseignement mis en œuvre. Cette dimension de l'intervention éducative se distingue des deux autres par son caractère disciplinaire qui mène à une prise en compte de la particularité de la discipline enseignée (finalités, objets de savoir, démarches, dispositifs, etc.).

En deuxième lieu, la dimension psychopédagogique, quant à elle, concerne la relation enseignant-élève, ainsi que les techniques et méthodes d'enseignement-apprentissage choisies et mises en place par l'enseignant en fonction des caractéristiques des élèves (niveau scolaire, troubles des apprentissages, etc.) et non par rapport à des savoirs en jeu.

Enfin, la troisième dimension, qui est la dimension organisationnelle renvoie à la gestion de la classe, comme l'organisation du temps ou de l'espace. À ce titre, l'enseignant met en place un ensemble d'éléments pour créer et maintenir un bon climat de travail favorable à l'enseignement et donc à l'apprentissage des élèves. Nous nous intéressons au sein de la présente recherche à la médiation extrinsèque de l'enseignant (à la fois pédagogique, didactique et organisationnelle) centrée sur les processus d'apprentissage des élèves. Ce concept de médiation pédagogico-didactique permet de dépasser une vision transmissive et réductrice qui prône l'apprentissage comme étant la simple conséquence de l'enseignement et donc d'envisager le rôle de l'enseignant, davantage comme un guide, dans le processus enseignement-apprentissage. Pour Cardinet (1995), l'enseignant, en tant que médiateur, constitue « le lieu de passage dynamique qui rend possible, dans les meilleures conditions, la relation qui s'instaure entre les deux autres parties en

présence : le savoir et celui qui apprend » (p. 50). Au niveau didactique, le concept de médiation, explique Lenoir (1996), semble à présent central en ce sens qu'il

appartient au rapport d'apprentissage lui-même, en tant que [...] médiation sémantique et en tant que démarche d'une part, et, d'autre part, en ce qu'il désigne la nécessaire médiation d'un intervenant externe venant assurer les conditions [...] les plus favorables à l'actualisation du rapport S-DA-O, où S désigne des sujets en interaction, O les contenus des disciplines scolaires et DA la médiation cognitive. Ainsi conçu, le concept de médiation appliqué à la didactique peut être à même de définir la fonction de médiation d'un formateur (l'action didactique AD) et des outils didactiques auxquels il recourt, et de mettre en évidence [...] les rapports interactifs qu'il assure avec le sujet et l'objet. Il permet de souligner, avant tout, que les apprentissages relèvent des rapports d'objectivation médiatisés S-DA-O et que le travail sur l'un et l'autre de ces termes ne peut se faire qu'en fonction d'une action de médiation sur leur rapport et donc, préalablement, qu'à partir des finalités éducatives socialement retenues. (p. 242)

1.3.3 Une action qui recourt à des dispositifs de formation

Bien que le concept de médiation mette en évidence la rencontre nécessaire entre le processus d'enseignement et le processus d'apprentissage, où le premier forme une action (médiation extrinsèque) visant à favoriser le second (médiation intrinsèque), il est indispensable qu'une telle rencontre s'effectue par la mise en place de dispositifs de formation appropriés. Nous appelons « dispositifs » les moyens mis en œuvre par l'enseignant au sein de situations d'enseignement-apprentissage, organisées dans le but de favoriser la médiation cognitive mise en œuvre par l'élève. Il s'agit, selon Vandendorpe (1999), d'un « environnement aménagé de manière à offrir à certaines actions ou à certains événements des conditions de réalisation optimales » (p. 199). Pour Lenoir, Maubant, Hasni, Lebrun, Zaid, Habboub et McConnell (2007), il s'agit « d'un cadre d'action régulateur du processus d'apprentissage, d'un moyen mis en œuvre en vue d'atteindre une finalité » (p. 49). Cependant, ainsi que le signalent ces auteurs, ce moyen n'a pas la fonction de contrôle, comme c'est le cas pour le concept de dispositif défini par Foucault. En effet, il est plutôt ouvert et tolérant à l'erreur, il a une fonction de support, de médiation, de régulation, afin de favoriser la mise en

œuvre par les élèves des processus de médiation cognitive. Par ailleurs, tel que le notent Peeters et Charlier (1999), « si le dispositif organise et rend possible quelque chose, il n'en garantit cependant pas l'actualisation. Il fait simplement exister un espace particulier préalable dans lequel ce quelque chose peut se produire » (p. 19). Comme l'explique Lenoir (2014), « un dispositif n'appartient jamais totalement ni à l'enseignant qui l'a pensé, ni aux élèves qui y recourent, ni encore moins à son concepteur éventuellement externe (par exemple, les dispositifs mis en place par un auteur dans un manuel scolaire) » (p. 274). Enfin, Fusulier et Lannoy (1999) relèvent que « le recours au dispositif est censé améliorer, sinon modifier, la médiation des savoirs, autrement dit l'exercice professionnel » (p. 192).

Nous recourons au sein de ce travail de recherche, à deux types de dispositifs : les dispositifs instrumentaux et les dispositifs procéduraux (Lenoir, 2014). Les premiers correspondent à des « objets » matériels mis à la disposition des élèves par l'enseignant. Nous pouvons citer, à titre d'exemple, le manuel scolaire, les outils numériques comme l'ordinateur, la tablette ou encore le Smartphone, le vidéo-projecteur, Internet, le matériel de laboratoire, etc. Il importe toutefois de distinguer les dispositifs pédagogiques des dispositifs didactiques. Les dispositifs instrumentaux pédagogiques « concernent l'ensemble des moyens généraux utilisés tant par l'enseignant que par les élèves, sans lien direct de nécessité avec les objets de savoir traités et auxquels ils peuvent recourir en diverses circonstances » (Lenoir, 2014, p. 278). Ces dispositifs sont notamment le tableau ou le cahier de l'élève. Quant aux dispositifs instrumentaux didactiques, ils sont qualifiés par Norman (1994) « d'artefacts cognitifs ». Il s'agit d'« [outils artificiels conçus] pour conserver, exposer et traiter l'information dans le but de satisfaire une fonction représentationnelle » (Norman, 1994, p. 16). Ces dispositifs sont donc spécifiquement liés à une ou des discipline(s) scolaires d'un même champ ; par exemple, le matériel de laboratoire en sciences.

Les dispositifs procéduraux sont, pour leur part, des « objets » symboliques « dont les significations sont construites au cours de certaines pratiques sociales, et qui guident les actions des individus, et, de ce fait, participent de la construction de leur identité » (Grossen, Liengme-Bessire et Perret-Clermont, 1997, p. 237). Ces dispositifs peuvent être des facilitateurs d'ordre pédagogique, relationnel, organisationnel et psychoaffectif (Lenoir, 2014). Il s'agit de tout dispositif pédagogique de type relationnel, organisationnel et psychoaffectif, comme l'aménagement spatial, la relation affective, etc., qui est indépendant des contenus disciplinaires et jugé devoir favoriser les conditions d'apprentissage. Les dispositifs procéduraux peuvent également être de type didactique quand ils renvoient aux modalités de traitement des savoirs visés par l'enseignant en vue de susciter, de soutenir et de guider les processus d'apprentissage. Il s'agit des démarches de sens commun et des démarches à caractère scientifique. Bien qu'il existe un lien entre ces deux types de démarches, il est nécessaire de distinguer l'émission d'une opinion et la formulation d'une hypothèse ou encore l'organisation d'un repas de famille et la résolution d'un problème scientifique. Les démarches de sens commun s'acquièrent dans la vie quotidienne. Elles relèvent de connaissances « communes » et elles ne subissent pas de contrôle critique sur leur production et sur leur utilisation. Ces démarches renvoient à l'univers de sens commun qui n'a aucune prétention à la vérité et à la généralisation. En effet, ce sont des démarches spontanées auxquelles les individus font habituellement appel pour régler les problèmes de la vie courante. Comme le souligne Lenoir (2014), il est possible de rapprocher ces démarches des concepts quotidiens de Vygotski. Les démarches à caractère scientifique sont, quant à elles, liées aux savoirs disciplinaires.

Il s'agit des modalités opératoires mises en œuvre par l'enseignant pour favoriser le rapport que l'élève établit avec les objets disciplinaires de savoir en vue de la production de la réalité naturelle, humaine et sociale, de l'expression de cette réalité et de la mise en relation avec la réalité construite. (Lenoir, 2014, p. 285)

Ce sont, par exemple, les démarches de résolution de problème ou encore les démarches expérimentales. Concernant le présent travail de recherche, nous

nous intéressons tout particulièrement aux démarches d'investigation scientifique. Contrairement aux démarches de sens commun, celles-ci doivent faire l'objet d'apprentissages systématisés et formalisés (Lenoir, 2014).

1.3.4 Une action qui se déploie suivant trois domaines

Ces éléments s'articulent autour de trois axes complémentaires et indissociables. Le premier fait référence au « pourquoi enseigne-t-on ce qui est enseigné ? », ce qui renvoie aux finalités socioéducatives qui président à l'enseignement des sciences et de la technologie. Le deuxième axe, c'est-à-dire « qu'est-ce qui est enseigné ? », renvoie aux objets d'enseignement aménagés par l'enseignant et qui deviennent objets d'apprentissage devant être acquis par les élèves. Enfin, le troisième fait référence à la fois au « comment enseigner ce qui est enseigné ? », en renvoyant aux dispositifs didactiques privilégiés, et au « avec quoi enseigne-t-on ? », en renvoyant aux supports matériels auxquels font appel les enseignants pour soutenir leur intervention et, par le fait même, les apprentissages des élèves.

En résumé, des éléments discutés dans cette section concernant les pratiques d'enseignement et plus particulièrement l'intervention éducative en S&T, nous retenons que l'intervention éducative est une médiation pédagogico-didactique, qui trouve sa raison d'être dans la mise en place des conditions jugées appropriées pour aider l'apprenant à construire la réalité et, ce faisant, à s'émanciper. En ce sens, elle :

1. Forme l'ensemble des actions intentionnelles mises en œuvre par un enseignant, en mettant en place les conditions (didactiques, pédagogiques, organisationnelles) les plus adaptées pour permettre à l'élève de recourir à une démarche structurée et rigoureuse et, de ce fait, de reconstruire dans un contexte disciplinaire les savoirs en S&T.
2. Est indissociable du concept de médiation en distinguant, d'une part, la médiation cognitive qui signale que l'apprentissage n'est jamais un rapport

direct d'appropriation du réel, mais qu'il passe plutôt par l'intermédiaire d'un système médiateur interne et, d'autre part, la médiation sociale à caractère pédagogique-didactique de l'enseignant agissant sur la médiation cognitive. Nous précisons que notre travail de recherche repose sur la seule médiation à caractère pédagogique-didactique.

3. Se concrétise par la mise en œuvre de dispositifs de formation appropriés.
4. Se déploie suivant trois domaines distincts et inter-reliés : « quoi », « comment » et « pourquoi ».

Dans la partie qui suit, nous définissons et caractérisons les savoirs en sciences et technologie en nous appuyant sur la documentation scientifique.

2. LES SAVOIRS EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE : DEFINITIONS ET CARACTERISTIQUES

Comme nous l'avons déjà mentionné, les programmes de sciences et technologie français précisent les savoirs que doivent acquérir les élèves en fonction de leur niveau scolaire ou du cycle dans lequel ils se trouvent. Il est noté que les élèves doivent acquérir des connaissances (notions scientifiques, comme la respiration), des capacités (liées aux sciences, comme savoir émettre une hypothèse ou des capacités interdisciplinaires, comme savoir réaliser un graphique), des attitudes (exercer une citoyenneté responsable notamment vis-à-vis de l'environnement) et des compétences (mettre en œuvre des démarches scientifiques) en lien avec le socle commun de connaissances, de compétences et de culture.

Schwab (1964, 1978) décrit de manière dichotomique la structure d'une discipline en parlant de « *substantive structure* » et de « *syntactical structure* ». Pour cet auteur, la « *substantive structure* » renvoie à l'ensemble des concepts qui

composent une discipline scientifique donnée et aux relations qui les organisent et la « *syntactical structure* » renvoie aux processus de la preuve et de validation des savoirs mis en œuvre dans cette discipline. Cette distinction rappelle la nécessité de considérer, dans leur interrelation, la compréhension conceptuelle et le processus scientifique à l'origine de leur élaboration. En effet, la construction des savoirs conceptuels s'inscrit dans un processus dynamique entre deux registres, à savoir le registre empirique et le registre théorique (Martinand, 1994). En s'appuyant sur les travaux de Schwab (1964, 1978), Hasni (2005) a conceptualisé les savoirs scientifiques enseignés dans les établissements scolaires. À ce titre, il énonce les trois principales dimensions à considérer pour une éducation scientifique et technologique à l'école. La première concerne les savoirs composant la « structure disciplinaire » (notions, concepts, modèles, processus de production et de validation des faits scientifiques). La deuxième dimension correspond aux savoirs « en lien avec les problématiques hors de l'école » (individuelles et sociales). Enfin, la troisième dimension rassemble les savoirs « sur les savoirs scientifiques et technologiques ». Dans la présente recherche, nous nous intéressons à la première dimension, soit à la « structure disciplinaire ». Celle-ci est principalement composée de trois types de savoirs :

1. Les savoirs conceptuels qui renvoient aux concepts, aux modèles, aux lois, aux théories ;
2. Les savoir-faire qui renvoient aux processus de production et de validation des savoirs, tels que les habiletés de recherche intellectuelles (se poser des questions sur un phénomène scientifique, formuler un problème scientifique, émettre une hypothèse, planifier et valider un scénario d'investigation, recueillir et organiser des données, analyser des données, observer, inférer, prédire, modéliser, etc.) ou manuelles (ajuster un microscope, utiliser des appareils ou des outils, préparer une solution, etc.) et leur articulation au sein des démarches scientifiques (démarche expérimentale, démarche d'observation, démarche de modélisation, etc.) ;
3. Les attitudes intellectuelles (sens de l'initiative, goût du risque intellectuel, rigueur intellectuelle, objectivité, etc.) et comportementales (autonomie, sens

des responsabilités, respect de soi et des autres, etc.) qui favorisent l'engagement de l'élève dans les activités scientifiques réalisées en classe.

Notons également que la terminologie qui réfère à ces savoirs varie selon les points de vue des auteurs et leurs orientations théoriques. Par exemple, certains auteurs font référence au savoir conceptuel en utilisant le terme « savoir déclaratif » (Tardif, 1999) ou « *knowing that* » (Ohlsson, 1996) et désignent le savoir-faire par savoir procédural (Tardif, 1992), « *practical knowledge* » (Ohlsson, 1996) ou « *procedural knowledge* » (McCormick, 1997). Les différents termes retenus par les auteurs marquent soit une entrée orientée vers la dimension épistémologique de ces savoirs, soit une entrée du côté des processus cognitifs mis en œuvre par l'élève. Dans notre étude, nous privilégions la dimension épistémologique, c'est pourquoi nous utilisons les termes de savoir conceptuel et de savoir-faire.

2.1 Les savoirs conceptuels

De façon générale, et ce bien que les termes employés par les différents auteurs cités ci-dessous soient différents, les savoirs conceptuels renvoient au référent théorique composé des concepts, des théories et des modèles construits collectivement par la communauté scientifique. Ils sont une construction de l'esprit, qui permet de se représenter les objets du monde, même en leur absence (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 1996). Si ces savoirs sont abstraits, ils ne sont pas construits pour eux-mêmes, mais pour répondre à des questions empiriques que les scientifiques se posent. Ils sont donc opérants, car ils font fonctionner le réel, mais s'en détachent (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 1996 ; De Vecchi et Giordan, 1994). En effet, selon De Vecchi et Carmona-Magnaldi (1996), il faut bien distinguer deux sortes de savoirs : a) les « connaissances ponctuelles » qui renvoient à des faits, des détails, des éléments observables, etc. et b) les « connaissances conceptuelles » qui renvoient à des idées générales, à des structures mentales abstraites et organisées. Les premiers correspondent à des

éléments isolés, ils sont comme « une sorte de produit fini qui ne peut évoluer seul » (De Vecchi et Giordan, 1994, p. 163). L'apprentissage d'une « connaissance ponctuelle » unique ou d'un ensemble de « connaissances ponctuelles » ne permet pas l'apprentissage de « connaissances conceptuelles ». Les deuxièmes sont le résultat d'une construction intellectuelle :

C'est en relevant ce qui peut être commun à différents faits ponctuels que débouchera puis se construira une notion un peu plus générale ; plusieurs notions rapprochées les unes des autres ouvriront peu à peu le chemin de l'élaboration d'un concept. Il s'agit donc d'une véritable construction. (De Vecchi et Giordan, 1994, p. 164)

2.1.1 Les modèles

Les modèles physiques traduisent les phénomènes sous forme de représentation concrète. Ils constituent un schéma simplificateur qui se substitue à la grande complexité de la nature. C'est le cas, par exemple, de la représentation d'une molécule ou d'un gène. Il faut également noter qu'il existe différents types de modèles : les modèles physiques et les modèles symboliques (Roy, 2010). Les modèles symboliques sont exprimés dans des langages formalisés comme le langage iconique (tableaux, courbes, diagrammes, etc.) et le langage logico-mathématique. Nous pouvons citer, à titre d'exemples, un modèle symbolique comme celui de la relation fonctionnelle entre la vitesse des ondes sismiques de cisaillement et la dureté des roches présentes dans le sous-sol terrestre. Roy (2010), s'appuyant sur différents auteurs, dégage neuf caractéristiques principales d'un modèle (Astolfi *et al*, 1998 ; Bachelard, 1979, Driel et Verloop, 2002 ; Giordan et De Vecchi, 1987 ; Guichard, 1994 ; Martinand, 1987, 1992 ; Larcher, 1994 ; Orange, 1994) : a) le modèle est un outil pour réfléchir ou pour obtenir de l'information à propos d'un objet ou d'un phénomène qui ne peut être observé directement ; b) le modèle est une représentation simplifiée de la réalité qui exclut de façon intentionnelle certains attributs d'un objet ou d'un phénomène. Il ne se substitue donc pas à la réalité ; c) le modèle est une construction de l'esprit. Ce n'est pas un fait statique. On peut donc « le modifier, le bricoler en fonction des besoins » (Larcher, 1994, p. 21). Ainsi, comme nous le rappelle Orange, « aucun modèle n'est

intellectuellement neutre » (*Ibid.*, p. 30) ; d) le modèle présente des analogies entre le phénomène à l'étude et le modèle, ce qui permet au modélisateur d'émettre des hypothèses sur le phénomène et de les tester sur le modèle ; e) le modèle est un objet relationnel qui met en correspondance deux registres qu'il est nécessaire de distinguer (Martinand, 1987, 1992 ; Orange, 1994) : le registre du référent empirique, qui décrit la phénoménologie dont on veut essayer de rendre compte, et le registre du modèle proprement dit, ou de l'élaboration modélisante, avec des outils et des exigences qui lui sont propres. À ce titre Robardet et Guillaud (1997) précisent qu'« un modèle est un outil rationnel construit au moyen d'un langage en vue de permettre l'étude d'une réalité empirique locale parfaitement circonscrite à un ensemble de phénomènes déterminés » (p. 98) (figure 1) ; f) le modèle est un objet autonome en soi ; g) le modèle est construit sur la base de codes symboliques verbaux, iconiques, graphiques, etc. ; h) le modèle n'est pas une construction unique. Plusieurs modèles possibles, tout aussi pertinents peuvent représenter un même phénomène scientifique ; i) la construction d'un modèle se réalise à travers un processus itératif guidé par des questions de recherche, où les données empiriques du phénomène à l'étude peuvent servir de révision du modèle et dont le modèle devient un outil pour tester le phénomène étudié.

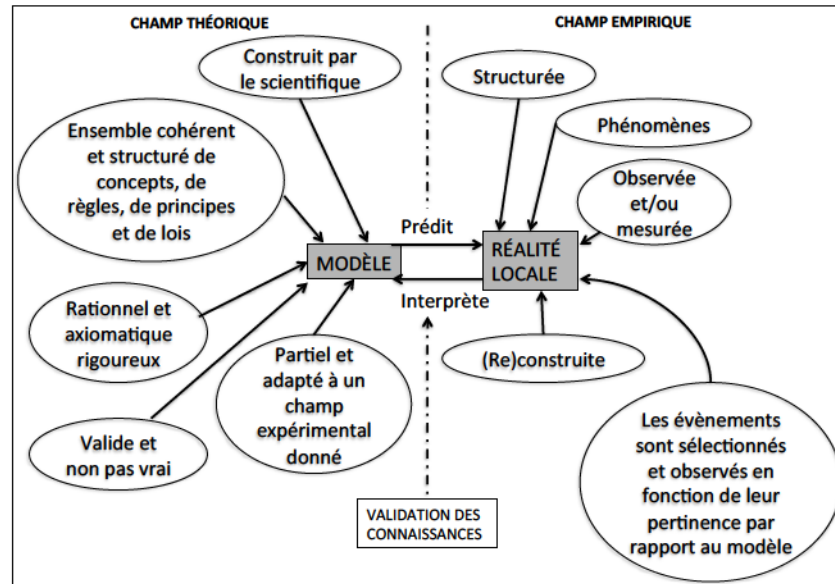


Figure 1 : Représentation des relations entre le champ théorique et le champ empirique (Robardet et Guillaud, 1997, p. 98)

De plus, Martinand (1992) souligne que les modèles peuvent remplir essentiellement trois fonctions : 1) la fonction de représentation, 2) la fonction d'explication et 3) la fonction de prédiction. Robardet et Guillaud (1997) définissent également le terme de « concept » : « un objet conçu par l'esprit ou acquis par lui, permettant d'organiser les perceptions ou les connaissances » (p. 109). En s'appuyant sur Cassirer (1977), les auteurs distinguent deux sortes de concepts : les concepts catégoriels (construits par abstraction empirique) et les concepts formels. Ils précisent que les concepts associés à des relations (sémantiques, empiriques et syntaxiques) sont des éléments constitutifs des modèles.

2.1.2 Les concepts

« De façon générale, un concept n'est fondé que lorsqu'il est défini à l'intérieur d'un langage scientifique ; tant qu'il dérive de la seule expérience, il ne peut que prêter à la controverse, même si on prend soin de l'introduire dans le cadre

d'un système conceptuel *a priori* » (Boudon, 1971, p. 245 cité par Robardet et Guillaud, 1997).

Barth (2013) donne une définition opératoire du concept. Elle explique qu'un concept est constitué de trois éléments (figure 2) : un signifiant ou étiquette, un signifié ou attribut et un référent ou exemple. Le signifiant correspond à la dénomination, au mot qui permet de désigner un concept. Le signifié est un ensemble d'attributs qui définit un concept. Le référent regroupe l'ensemble des éléments possédant les mêmes attributs et donc portant la même dénomination. Par exemple, les insectes (signifiant) possèdent tous six pattes (signifié) et parmi ceux-ci, nous pouvons trouver les abeilles, les mouches, etc. (référent).

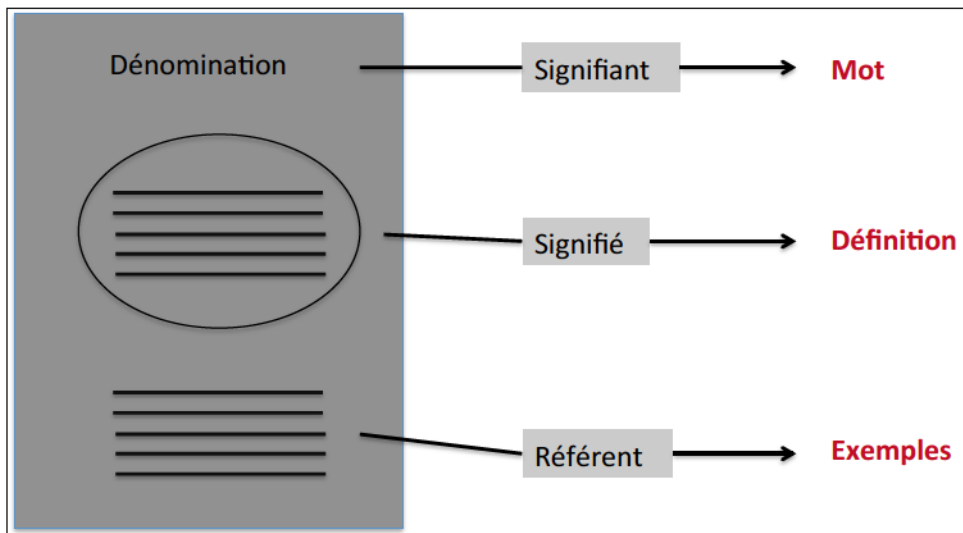


Figure 2 : Représentation des différents éléments constituant un concept (Inspiré de Barth, 2013, p. 36)

Barth (2013) explique également que les règles et les théorèmes sont composés d'une combinaison de concepts, et que les théories sont constituées d'un ensemble de règles et/ou de théorèmes. Ce même auteur, en s'appuyant sur les travaux de Bruner, propose de distinguer trois types de concepts : les concepts conjonctifs, les concepts disjonctifs et les concepts relationnels. Les premiers sont

définis par un ensemble d'attributs qui sont tous présents dans chacun d'eux (les attributs sont reliés par une relation et/et). Les concepts disjonctifs sont définis par un ensemble d'attributs qui ne sont pas tous nécessairement présents (les attributs sont reliés par une relation soit/soit). Les concepts relationnels ne peuvent se définir que par rapport à un autre élément (par exemple, le concept de « grand » n'a de sens que par rapport à une mesure ou à un objet de référence). Barth précise que ces distinctions ont une importance pour l'apprentissage. En effet, « la façon dont le contenu est structuré par l'enseignant va influencer sur la compréhension des élèves » (Barth, 2013, p. 41). Barth formule une autre distinction des concepts en fonction de leur niveau de complexité (nombre d'attributs qui le constituent, type de concept), de leur niveau d'abstraction (relation entre le nombre d'informations et l'effort cognitif) et de leur niveau de validité (consensus pour une définition). L'une des conséquences possibles de ce qui précède, sur un plan didactique, peut être d'utiliser différents niveaux de formulation pour un même concept afin de s'adapter au niveau cognitif de l'élève (Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel et Toussaint, 2008 ; De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 1996). De Vecchi et Carmona-Magnaldi (1996) définissent un niveau de formulation comme « un ensemble de connaissances, matérialisé par un énoncé ayant atteint un certain degré d'abstraction et correspondant à un seuil provisoire que l'on atteint. Il est en relation avec un champ de validité précis et limité dans lequel il fonctionne efficacement » (p. 83). Trois paramètres permettent de situer le champ de validité dans lequel le concept fonctionne : a) le niveau de langue par rapport à l'âge de l'élève, b) le niveau de développement cognitif des élèves et c) la nature du problème scientifique abordé avec les élèves (Astolfi, Peterfalvi et Vérin, 1998). Il faut retenir l'idée que les concepts scientifiques ne sont réellement opérationnels que si l'on maîtrise le niveau de formulation en lien avec le problème que l'on souhaite aborder (Astolfi et Develay, 2002). Dans le même sens, De Vecchi et Carmona-Magnaldi, (1996) rappellent que les savoirs scientifiques ne se construisent pas en une seule fois, mais plutôt par « paliers successifs » (p. 81).

Par ailleurs, Barth (2013) explique que la problématique de l'apprentissage se situe à deux niveaux : le savoir et son élaboration. L'élaboration du savoir s'effectue en deux temps : la formation, puis l'acquisition des concepts. La formation d'un concept consiste à décider des critères qui permettent de classer ensemble certains éléments. Ces critères représentent les attributs essentiels (signifié). Le concept ainsi formé peut ne pas être correct, mais il remplit temporairement sa fonction d'organiser le monde pour la personne qui l'a formé. Avec le temps, le concept peut évoluer. L'acquisition d'un concept consiste à vérifier la combinaison d'attributs qui définit ce concept. Il s'agit ici de trouver des exemples (référent) du concept. L'acquisition d'un concept nécessite notamment des interactions verbales. Barth (2013) précise que le fait qu'un élève donne la dénomination d'un concept ne suffit pas à dire que cet élève a acquis ce concept. Dans le même sens, Hasni (2011) distingue la maîtrise du vocabulaire qui nécessite principalement une mémorisation et l'appropriation des concepts scientifiques qui consistent en « une construction de sens, dans un processus dynamique qui met en relation le monde des objets et des phénomènes, d'une part, et l'élaboration théorique, d'autre part » (Hasni, 2011, p. 108). En effet, comme le souligne Hempel (1996) « nous aurons avantage à distinguer clairement les concepts, comme ceux de masse, de force, de champ magnétique, etc., et les termes correspondants, c'est-à-dire des expressions verbales ou symboliques qui représentent ces concepts » (p. 133). En d'autres termes, l'apprentissage des concepts ne doit pas être confondu avec la maîtrise du vocabulaire, et il est important de distinguer le mot du sens qui lui est accordé.

Par ailleurs, les concepts ne sont pas des entités isolées. Ils correspondent à des nœuds qui s'inscrivent dans un réseau de relations avec d'autres concepts. En effet, comme le soulignent Astolfi et Develay (2002),

les concepts scientifiques ne sont pas ordonnés en une suite linéaire, mais chaque concept se trouve au nœud d'un réseau complexe qui chevauche en général plusieurs disciplines. On peut parler à ce propos de réseau conceptuel, de champ conceptuel ou de trame conceptuelle. (p. 26)

D'un point de vue cognitif, Ohlsson (1996) fait une distinction entre deux sortes de savoirs (le *knowing that*) : le savoir concret et le savoir abstrait. Le savoir concret fait surtout appel à la mémoire et inclut les faits, les symboles et les noms des objets. Le savoir abstrait renvoie aux savoirs qui nécessitent un travail de conceptualisation et dont le sens découle d'un processus d'abstraction. Pour cet auteur, si ce savoir apparaît souvent dans le discours, « *there is a deep connection between abstract knowledge and discourse* » (*Ibid.*, p. 51), les indicateurs qui montrent la réussite de l'acquisition de ces savoirs sont la capacité à faire des liens et des prédictions. En ce sens, l'enseignant devrait alors privilégier des situations d'apprentissage qui rendent ce savoir conscient, explicite et élaboré.

Prenant appui sur les travaux de Driver, Asoko, Leach, Mortimer et Scott (1994), Hodson (2006) précise que « l'apprentissage est un processus actif dans lequel les apprenants construisent et reconstruisent leur propre compréhension à la lumière de leurs expériences » (Hodson, p. 78). De plus, Piaget et Inhelder (1958) énoncent que c'est le développement conceptuel qui permet de reconnaître les contradictions et les incompatibilités entre les idées. Par ailleurs, Hodson (2006) explique que l'acquisition de savoirs conceptuels est indispensable aux élèves pour la pratique des sciences : « Un élève qui ne possède pas la compréhension théorique adéquate ne saura pas où regarder ni comment regarder pour faire des observations pertinentes à la tâche qu'il réalise ; il ne saura pas non plus comment interpréter ce qu'il voit. »

Hasni distingue également les concepts scientifiques et les concepts de sens commun en précisant qu'il ne faut pas faire abstraction de ces derniers. Reprenant les travaux de Brossard (2002), il énonce que « les concepts spontanés permettent de s'approprier les concepts scientifiques » (Hasni, 2011, p. 109). En effet, Brossard (2002) exprime que « le développement des concepts spontanés et des concepts scientifiques forme un même et seul développement dont il s'agit de saisir l'unité » (p. 236).

Par ailleurs, Vygotski déclare que « les concepts scientifiques ne se développent pas du tout comme les concepts quotidiens, que le cours de leur développement n'est pas la réplique de celui des concepts quotidiens » (Vygotski, 1997, p. 281). En effet, Hasni (2011), s'appuyant sur ces travaux, explique que si les concepts quotidiens se construisent de façon spontanée dans la vie de tous les jours, les concepts scientifiques doivent « faire l'objet d'un apprentissage provoqué et plus systématique » (p. 109), dans le cadre notamment de démarches d'enseignement-apprentissage mises en œuvre en classe. Vygotski (1997) souligne que

l'enseignement direct de concepts s'avère toujours pratiquement impossible et pédagogiquement sans profit. Le maître qui tente de suivre cette voie n'obtient habituellement rien d'autre qu'une vaine assimilation des mots, un pur verbalisme, simulant et imitant chez l'enfant l'existence des concepts correspondants mais masquant en réalité le vide. L'enfant assimile alors non pas des concepts mais des mots. Il acquiert par la mémoire plus que par la pensée et s'avère impuissant dès qu'il s'agit de tenter d'employer à bon escient la connaissance assimilée. (p. 277)

2.1.3 *Les théories*

Parsons définit la théorie au sens usuel du terme comme étant « un système de lois » (Parsons, 1964, p. 485). En ce sens, il se situe dans la perspective des sciences de la nature. Pour Galtung, « une théorie est un ensemble d'hypothèses structurées par une relation d'implication ou de déduction » (Galtung, 1970, p. 451). Dans la même idée, pour Watt et Van Den Berg, « une théorie est un ensemble de concepts inter-reliés par des propositions hypothétiques ou théoriques énonçant ce qui devrait logiquement se produire » (Watt et Sjef, 1995, p. 6).

Littlejohn (1989) exprime que tout essai d'explication ou de représentation d'un aspect de la réalité constitue une théorie. Une théorie est à la fois une abstraction et une construction de l'esprit. Le but d'une théorie est de mettre en évidence, de comprendre et de prédire les événements. Une théorie est alors une

façon de concevoir et de percevoir les faits, mais également d'organiser leur représentation. Elle sert à conceptualiser et à expliquer un ensemble d'observations en lien avec des phénomènes et des comportements complexes. Elle contribue aussi à découvrir un fait caché. Il s'agit donc d'une construction de l'esprit, élaborée suite à des observations systématiques de quelques aspects de la réalité.

La formulation d'une théorie, notamment constituée de concepts, contient l'énoncé d'un enchaînement de propositions interdépendantes tirées de déductions et faisant appel à la logique intuitive. Ces propositions servent à formuler des hypothèses en s'appuyant sur des démarches scientifiques. Une théorie sert donc à décrire, définir, représenter, comprendre, expliquer, et parfois prédire, un phénomène particulier et un ensemble de relations propres à ce phénomène suite à la vérification d'hypothèses. Elle sert aussi à poser de nouveaux problèmes et à porter un jugement sur la réalité. Par ailleurs, la formulation d'une théorie est un processus systématique et contrôlé ; néanmoins, cette formulation est restrictive de par son contexte de production. C'est-à-dire que les théories sont toujours partielles, car elles mettent l'accent sur une partie du réel en ignorant tout le reste. De plus, elles comportent des limites qui doivent être précisément explicitées par le chercheur. Une théorie n'est pas la réalité ni un moyen pour révéler la vérité. Toutefois, une théorie crée une réalité qui permet de percevoir, de concevoir, de comprendre et d'expliquer un aspect du réel de façon formelle. « Il est donc plus fécond de se demander si une théorie est utile plutôt que de se demander si elle est vraie » (Willett, 1996, p. 7). Concernant les sciences expérimentales, à titre d'exemple, nous pouvons citer la théorie de la tectonique des plaques lithosphériques ou encore le principe de la poussée d'Archimède.

Il y a un lien entre théorie et modèle. Habituellement « un modèle est développé dans le prolongement d'une théorie, dont il est en fait une projection » (Willett, 1996, p. 10). Un modèle est généralement d'application plus réduite qu'une théorie. En effet, il fait référence à un ensemble de situations plus limité que

la théorie dont il est issu. À ce titre, le modèle apparaît comme une partie concrète de la théorie.

2.2 Les savoir-faire

La formation scientifique implique notamment l'appropriation de savoirs conceptuels. Néanmoins, pour y arriver, la pratique scientifique suppose des interactions entre le monde des observables, celui des actions et celui de la pensée. Pour Martinand (1994), ces interactions nécessitent la familiarisation avec un ensemble de règles, de principes, de procédures qui permettent l'ajustement des manipulations aux caractéristiques concrètes des objets utilisés (oscilloscope, microscope, etc.) et des phénomènes (tenir compte de la relativité des grandeurs dans les réactions chimiques, des caractéristiques des cellules eucaryotes pour l'observation d'épiderme de grenouilles, etc.). De manière simplifiée, les savoir-faire en S&T sont ce qu'il faut connaître et faire pour réussir les manipulations. Ils représentent donc l'ensemble des connaissances pratiques mises en œuvre lors des manipulations (Martinand, 2010). Notons que ces représentations sont régies par des règles de manipulation déterminant la réussite de celles-ci ; par exemple, il est nécessaire de connaître la différence entre une lame et une lamelle, et de tenir compte de cette différence lors de la réalisation d'une observation d'épiderme d'oignon (Martinand, 2010).

Par ailleurs, Hodson (2006) explique que faire de la science consiste en l'utilisation « des méthodes et des procédures scientifiques pour investiguer les phénomènes, résoudre des problèmes et poursuivre des intérêts » (p. 82). Il précise que savoir faire de la science ne se résume pas à des habiletés telles que savoir utiliser un microscope ou savoir extraire de l'ADN (Acide DésoxyriboNucléique). Pour cet auteur, il s'agit davantage d'une approche holistique qui prend en compte les contextes scientifiques et sociaux de l'investigation, c'est-à-dire à la fois les habiletés, les attitudes et les démarches scientifiques. Les premières incluent des

habiletés d'ordre technique (utiliser des instruments de mesure et d'observation, etc.), intellectuel comme les représentations symboliques qui peuvent être sémantiques (représentation vectorielle d'une force) et syntaxiques (la légende d'un schéma) (Martinand, 2010). Les deuxièmes comprennent les attitudes intellectuelles, telles que le sens de l'initiative ou l'objectivité, et les attitudes comportementales pour lesquelles nous pouvons citer l'autonomie ou encore le sens des responsabilités. Les troisièmes, qui nous intéressent tout particulièrement, sont les démarches d'investigation scientifique. Ces dernières sont définies et caractérisées dans la partie suivante.

Pour conclure sur cette section, Hodson (2006) rappelle également que faire de la science est une activité réflexive qui implique une double spirale de savoirs : « Les connaissances et l'expertise du moment guident et déterminent la manière dont l'investigation sera effectuée et, simultanément, l'engagement dans cette investigation, de même que la réflexion sur celle-ci, peaufinent le savoir et accroît l'expertise procédurale » (p. 83). En bref, nous apprenons à faire de la science en faisant de la science, et ceci grâce aux connaissances que nous possédons déjà. Hodson (2006) précise que faire de la science induit trois genres d'apprentissage : a) une compréhension conceptuelle, b) un « savoir procédural » et c) une expertise en investigation.

2.3 Les savoirs retenus pour notre étude

Nous pouvons dire que l'activité scientifique se caractérise par la gestion des rapports complexes entre le concret et l'abstrait, le factuel et le formel, l'expérimental et le théorique (Martinand, 1994). L'articulation entre les champs théorique, empirique et épistémologique est ainsi au cœur des processus de pensée en science. Les concepts scientifiques sont mis en relation avec d'autres concepts à travers un réseau. Nous pouvons retenir, avec Astolfi (2005), que l'idée d'acquérir ces savoirs est comme se doter d'une nouvelle grille de lecture du réel, une nouvelle

façon de poser des questions sur les choses : « Il s'agit ici de "disciplinariser" l'esprit des élèves, grâce à leur appropriation de concepts et de modèles qui renouvellent les représentations de la matière, du vivant et des objets techniques, et par là, les systèmes d'explication du monde » (p. 65). Il faut, en outre, préciser que l'appropriation des concepts nécessite d'amener les élèves à construire leur sens par un processus de conceptualisation qui met en relation le signifiant, le signifié et le référent. Il ne faut pas confondre l'appropriation des concepts avec la maîtrise du vocabulaire ou la capacité à exemplifier. Par ailleurs, les savoir-faire comprenant les DIS doivent être considérés dans leur interrelation avec les savoirs conceptuels.

Dans le présent travail, il s'agit d'étudier l'articulation des démarches d'investigation scientifique avec les autres savoirs disciplinaires. Nous nous intéressons donc à l'ensemble des savoirs scientifiques qui composent la structure disciplinaire, c'est-à-dire aux savoirs conceptuels, aux habiletés, aux attitudes ainsi qu'aux DIS. Par ailleurs, nous cherchons à identifier :

1. le type de savoirs : les savoirs mobilisés par les élèves (les savoirs préalablement acquis) et les savoirs visés par l'enseignant ;
2. les habiletés : intellectuelles, techniques et syntaxiques ;
3. les attitudes : intellectuelles et comportementales.

Dans la partie qui suit, nous définissons et nous caractérisons les démarches d'investigation scientifique.

3. LES DEMARCHES D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE : FONDEMENTS ET CARACTERISTIQUES

Dans cette troisième partie constituant le cadre de référence qui sous-tend notre recherche, nous exposons dans un premier temps les fondements des DIS en faisant le lien entre le discours des épistémologues et les démarches mises en œuvre

en classe. Nous présentons ensuite les convergences de quelques définitions de ces démarches, issues de travaux de recherche, avant de préciser la place de l'enseignant et de l'élève au sein des DIS mises en œuvre en classe.

Par ailleurs, nous profitons de ce développement pour préciser que, depuis les premières lignes de cet écrit, nous employons le mot « science » au pluriel et non au singulier de façon à signifier notre vision d'une pluralité effective des sciences, marquée par l'existence d'une spécificité de la science sans pour autant souscrire à une vision unitaire des sciences (Ruphy, 2018). Cependant, le terme « science » est parfois noté au singulier pour ne pas dénaturer les propos de l'auteur cité.

3.1 Des démarches dans les pratiques scientifiques aux démarches d'investigation scientifique à l'école

Dans cette première section, nous exposons les fondements épistémologiques des démarches d'investigation. Dans la documentation examinée, plusieurs épistémologues se sont penchés sur les démarches scientifiques en évoquant notamment la place du problème au sein de ces démarches ou la construction de la connaissance. Nous présentons quelques-unes des idées dominantes de certains épistémologues, historiens et sociologues, sans pour autant prétendre à l'exhaustivité.

Ajoutons que, comme d'autres auteurs avant nous (Mathé, 2010), et bien qu'il ne soit pas habituel d'évoquer des textes d'ordre ministériel et par conséquent prescriptif au sein d'un cadre de référence, de par la nature même de cette section qui porte sur le lien entre les démarches dans les pratiques scientifiques et les DIS mises en œuvre en classe, des textes d'origine institutionnelle (comme les programmes scolaires) sont convoqués et mis en perspective.

3.1.1 *Du problème en sciences au problème en classe*

Dewey (1910) promeut une investigation enclenchée par un problème à résoudre : le « sens d'un problème » (p. 191) est pour lui d'une importance primordiale, c'est « la morsure d'une question qui force l'esprit à se mettre en marche » (*Ibid.*, p. 207).

Lors d'une conférence radiophonique, le 7 mars 1972, Popper formule également l'idée que « les sciences de la nature, ainsi que les sciences sociales, partent toujours de problèmes ; elles partent du fait que quelque chose suscite notre étonnement » (Popper, 1997, p. 13). Il ajoute que « tout développement scientifique ne doit être compris qu'en envisageant son point de départ comme un problème ou une situation-problème, c'est-à-dire comme le surgissement d'un problème dans une situation déterminée de notre connaissance tout entière » (Popper, 1997, p. 18).

Dans la même idée, Bachelard (1991) note ainsi que « pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question » (p. 287). De plus, pour Bachelard, les savoirs ne peuvent exister indépendamment des problèmes avec lesquels ils maintiennent un rapport dynamique. Par conséquent, le savoir demeure inextricablement lié au problème, et c'est précisément cette liaison qui accorde au savoir son existence et son sens.

Kuhn (1962) évoque deux grands types de problèmes scientifiques. Le premier correspond au fonctionnement de la « science normale » dans le cadre d'un paradigme existant. Il s'agit de problèmes qui, étant en adéquation avec le paradigme, renforcent celui-ci. Kuhn parle de problèmes d'énigmes qui incluent « trois classes de problèmes : détermination des faits significatifs ; concordance des faits et de la théorie ; élaboration de la théorie » (*Ibid.*, p. 59). Le second apparaît dans un contexte d'apparition de découvertes scientifiques. Kuhn explique que ces

problèmes naissent lorsqu'une « anomalie » est repérée dans un contexte de « science normale » : « la conscience antérieure de l'anomalie, l'émergence graduelle de sa reconnaissance, sur le plan simultanément de l'observation et des concepts ; enfin, dans les domaines et les procédés paradigmatiques, un changement inévitable, souvent accompagné de résistance » (*Ibid.*, p. 96). Kuhn parle de révolutions scientifiques. Il faut préciser que, dans sa conception, un paradigme est un ensemble de croyances, de valeurs et de techniques qui correspondent aux connaissances que partage une communauté scientifique.

Contrairement à Kuhn, Laudan (1977) considère que la résolution de problèmes est un processus temporellement continu. Tout comme Dewey, Popper ou Bachelard, il pense que « la science est essentiellement une activité qui vise à résoudre des problèmes » (Laudan, 1977, p. 31). Il en distingue deux types : les problèmes empiriques et les problèmes conceptuels. Les premiers correspondent à « tout ce qui nécessite une explication » (*Ibid.*, p. 34) et permettent l'élaboration de théories. Les seconds émergent des théories elles-mêmes quand celles-ci contiennent des incohérences ou lorsqu'elles se trouvent confrontées à des théories concurrentes.

De plus, selon Hacking (1984), l'activité scientifique a deux finalités différentes : la représentation et l'intervention. La représentation renvoie à l'idée de science comme « cadre formel nécessaire au regroupement des phénomènes dans un ordre cohérent » (Hacking, 1984, p. 356) et regroupe des problèmes ayant notamment pour objectif l'élaboration de théories ou de lois. L'intervention correspond davantage au savoir « comme outil de transformation du monde » (*Ibid.*, p. 245). Représentation et intervention ne s'excluent pas ; elles coexistent de façon à ce que l'activité scientifique privilégie parfois l'une ou l'autre.

Concernant maintenant les problèmes évoqués en classe, Astolfi (2008) explique que toute recherche scientifique (dans la pratique scientifique) a pour point de départ une tentative de résolution de problème. Il déclare que le problème à l'école a sa place, non seulement au stade final d'un apprentissage, mais aussi dès son origine. Dans le même sens, Orange (2005) précise que

dans les enseignements scientifiques, le problème tient une place qui ne se limite plus aux seules évaluations mais concerne directement les enseignements et les apprentissages. Que l'on parle, dans les textes officiels français, d'enseignement par problèmes scientifiques (en sciences de la vie et de la Terre), de situations-problèmes (en sciences physiques) ou de démarche d'investigation (école primaire et maintenant collège), le problème est bien présent dans les dispositifs d'enseignement, même s'il ne dit pas toujours son nom. (p. 1)

De plus, d'après Morge (2007), les séquences d'enseignement reposant sur l'investigation partagent une structure commune appelée structure par « enchainement des tâches ». Morge (2007) propose un modèle représentant le déroulement d'une séquence d'investigation sous forme d'actions réalisées. La première action présentée par le modèle « d'enchainement des tâches » de Morge est la définition implicite ou explicite du but à atteindre. C'est l'élément moteur et organisateur de l'investigation (Morge, 2007). Il est donc possible de considérer la première action des DIS comme un problème (Boilevin, 2005).

Il existe différentes formes scolaires de problèmes pour apprendre. Boilevin (2005) clarifie la distinction entre deux formes de problèmes utilisées en didactique des mathématiques et de la physique. Il y a, d'une part, la situation-problème, qui est centrée sur le dépassement d'un obstacle et dont les consignes sont précisément définies, de sorte que l'élève ne puisse aller au bout sans apprendre. Il y a, d'autre part, le problème ouvert, dont la référence est explicitement l'activité du chercheur : les énoncés sont construits sans donnée définie *a priori*, le but étant avant tout l'apprentissage d'une démarche scientifique.

Selon Astolfi, Peterfalvi et Vérin (1998), il faut également distinguer le problème scientifique du problème que l'on rencontre dans les situations de la vie courante : « J'ai un problème ». Ce dernier, le problème pragmatique, est lié à une difficulté pratique à laquelle nous pouvons être confrontés, et vise les conditions maximales de la réussite. Le problème scientifique se distingue des problèmes que nous rencontrons quotidiennement par le fait que sa résolution fait appel à une démarche de recherche et débouche sur une élaboration conceptuelle. Ainsi, les deux éléments du processus scientifique, la problématisation et la conceptualisation, s'inscrivent dans une relation circulaire.

« La démarche d'investigation » préconisée par les programmes (Ministère de l'Éducation nationale, 2004, 2008) du collège français (élèves de 11 à 15 ans) débute, telle qu'elle est présentée dans les textes, par le choix de la situation-problème par l'enseignant. Il s'agit pour ce dernier de déterminer les objectifs à atteindre et d'élaborer un scénario d'enseignement en prenant en compte les savoirs visés, les acquis initiaux des élèves, mais également les conceptions et les difficultés (Ministère de l'Éducation nationale, 2008, p. 4). Les derniers curricula (Ministère de l'Éducation nationale, 2015) évoquent « les démarches scientifiques » essentiellement comme objet d'enseignement. Ces textes précisent que les élèves doivent pratiquer ces démarches et que ceux-ci doivent formuler une question ou un problème. L'objectif non clairement explicite est qu'à travers « les démarches scientifiques » les élèves « reconstruisent » des savoirs scientifiques. L'enseignant doit donc mettre en place une situation d'enseignement qui permette aux élèves de formuler un problème. Ces situations s'appuient sur la notion de « pratique de référence » développée par Martinand (1983), et sont caractérisées par « l'idée de problème concret donc complexe, de référence à la vie "réelle", c'est-à-dire de problème non exclusivement scolaire » (Mathé, 2010, p. 27). En effet, « les problèmes traités à l'école doivent faire référence à des problèmes "réels", c'est-à-dire des problèmes ayant une existence hors du contexte scolaire, que ce soit dans la vie quotidienne ou dans différentes pratiques sociales ou professionnelles » (*Ibid.*, p. 27). Dans le même sens, Johsua et Dupin (1993) insistent sur les niveaux

de distinction d'un problème. Tout d'abord, un problème rencontré en classe de sciences n'est pas un problème naturel. Un problème de sciences n'est pas un problème de classe. Ce problème, d'abord et avant tout scientifique, est aussi un problème didactique car il est posé en classe, en vue d'apprendre une discipline scientifique. « L'existence du problème dans la classe ne va pas de soi ; c'est une construction externe à la classe, qui nécessite ensuite d'être didactiquement transmise et acceptée par elle » (p. 206). Les DIS en classe semblent s'inscrire dans une vision bachelardienne de l'apprentissage où l'idée d'obstacle à franchir trouve sa place (Astolfi et Peterfalvi, 1993 et Fabre, 1999).

Les situations-problèmes dans « la démarche d'investigation », ou les problèmes dans « les démarches scientifiques » préconisés par les curricula français du secondaire inférieur, semblent être cohérents avec les idées de Dewey ou de Popper. De plus, elles paraissent correspondre à un ensemble restreint de problèmes de type « représentation » (Hacking, 1984) ou de type « empirique » (Laudan, 1977). En effet, les enseignants doivent élaborer des séquences d'enseignement reposant sur le dépassement d'obstacles cognitifs dans l'objectif de faire acquérir des savoirs scientifiques aux élèves.

Par ailleurs, Robardet (2001) présente la situation-problème ou le problème formulé à l'école comme un compromis acceptable entre la démarche scientifique (dans la pratique des scientifiques) et les contraintes de la classe. Il indique que l'objectif est de promouvoir la reconstruction d'une connaissance scientifique par « l'attaque » d'une conception et la mise en place d'une démarche de type hypothético-déductif.

3.1.2 Des démarches en sciences à la démarche hypothético-déductive en classe

« L'émergence des sciences expérimentales au 17^e siècle a conduit à opposer une méthode inductive à la méthode déductive héritée d'Aristote » (Mathé, 2010, p. 28) pour élaborer des connaissances. En effet, la méthode d'Aristote basée sur la logique consiste en la déduction de faits particuliers à partir de « vérités » générales. Tandis que la méthode inductive a pour objectif la formulation de généralités, ayant le statut de « vérités », à partir d'observations de la nature ou au travers d'expériences (Kremer-Marietti, 1999).

Plusieurs critiques sont énoncées à l'égard de la méthode inductive (Hume, 2002 ; Popper, 1978). Elles mettent en évidence « le problème de l'induction ». Le philosophe David Hume (2002) est l'un des auteurs mettant en relief le manque de fiabilité de l'induction, qu'il considère comme un pari imprudent, et même intenable. Selon Hume, l'induction n'a pas un fondement logique mais psychologique (le sentiment d'habitude). La science, parce qu'elle procède par induction, ne peut pas apporter de certitude absolue sur ce qu'elle étudie ; elle est ainsi ramenée dans le champ de la croyance (la croyance en la fiabilité de l'induction) (*Ibid.*). Certes, il est très probable que le soleil se lève demain, affirme Hume, mais il n'est pas impossible qu'il ne se lève pas. Penser que le soleil se lèvera de façon certaine est un raisonnement inductif, donc basé non pas sur la logique, mais seulement sur l'habitude. Alors que nous pensions être certains des savoirs scientifiques et pouvoir en tirer des conclusions sur l'avenir, Hume montre que la science ne repose en réalité que sur une croyance, celle en la fiabilité du raisonnement inductif (*Ibid.*). D'autres épistémologues en accord avec Hume critiquent la méthode inductive.

Or, il est loin d'être évident, d'un point de vue logique, que nous soyons justifiés d'inférer des énoncés universels à partir d'énoncés singuliers aussi nombreux soient-ils ; toute conclusion tirée de cette manière peut toujours, en effet, se trouver fausse : peu importe le grand nombre de cygnes blancs que nous puissions avoir observé, il ne justifie pas la conclusion que tous les cygnes sont blancs. (Popper, 1978, p. 23)

Le problème de l'induction a poussé certains scientifiques à chercher d'autres moyens d'établir une « vérité ». C'est ainsi que l'hypothèse s'est trouvée au centre du débat. Les démarches s'appuyant sur la formulation d'hypothèses visent de la même manière que la déduction et l'induction, la recherche « d'énoncés vrais », l'hypothèse se trouvant vérifiée ou définitivement écartée par l'expérience. Cependant, Popper (2006) s'oppose à l'idée de vérification ou de confirmation d'une hypothèse par l'expérience en introduisant la notion de réfutation (ou falsification). La caractéristique essentielle de la science, selon lui, est la démarche critique. C'est lorsqu'une théorie résiste aux tentatives de réfutation qu'elle peut être confirmée, mais de façon non définitive.

[...] un système doit être tenu pour scientifique seulement s'il formule des assertions pouvant entrer en conflit avec certaines observations. Les tentatives pour provoquer des conflits de ce type, c'est-à-dire pour réfuter ce système, permettent en fait de le tester. Pouvoir être testé, c'est pouvoir être réfuté, et cette propriété peut donc servir, de la même manière, de critère de démarcation. (Popper, 2006, p. 377)

L'hypothèse « tous les cygnes sont blancs » ne peut pas être vérifiée, mais l'observation d'un seul cygne noir suffirait à la réfuter. Néanmoins, les derniers travaux de Popper (2006) avancent plutôt l'idée de « corroboration » d'une théorie par l'expérience : plus l'hypothèse résiste à la falsification, plus elle est renforcée, c'est-à-dire préférable à d'autres hypothèses.

Duhem (1989), s'inscrivant dans le prolongement de la thèse holiste, propose, quant à lui une vision plus large de la démarche scientifique. Il énonce « qu'une expérience de physique ne peut jamais condamner une hypothèse isolée, mais seulement tout un ensemble théorique » (*Ibid.*, p. 278). Il explique que « le physicien qui exécute une expérience ou en rend compte reconnaît implicitement l'exactitude de tout un ensemble de théories » (*Ibid.*, p. 278). De cette façon, selon lui, si le résultat d'une expérience est contradictoire avec l'hypothèse testée, c'est peut-être un autre principe de la théorie (une « hypothèse auxiliaire ») qui est en cause, sans que l'expérience ne mette en évidence lequel. C'est donc l'ensemble des propositions théoriques qui doit être remis en question, et non seulement

l'hypothèse que le physicien veut tester. De plus, Duhem explique que lorsque deux hypothèses rivales, censées représenter l'exhaustivité des possibilités d'interprétation d'un phénomène, sont testées et que l'une d'entre elles est réfutée par l'expérience, nous ne pouvons pas déduire que cette expérience transforme en vérité l'hypothèse restante (*Ibid.*, p. 288). « La contradiction expérimentale n'a pas [...] le pouvoir de transformer une hypothèse physique en vérité incontestable [...] » (*Ibid.*, p. 288).

En rupture avec les auteurs cités précédemment, Feyerabend rejette toutes les tentatives de caractérisation de « la méthode scientifique ». Il considère les caractérisations méthodologiques comme des freins au progrès scientifique. En effet, selon cet auteur, un scientifique doit être « un opportuniste sans scrupule, qui n'est attaché à aucune philosophie particulière, et qui adapte n'importe quel procédé pourvu qu'il semble adapté aux circonstances » (Feyerabend, 1975, p. 14).

« La démarche d'investigation » et « les démarches scientifiques » recommandées par les curricula français pour enseigner les sciences et la technologie au secondaire inférieur semblent reposer sur une démarche hypothético-déductive (Mathé, Méheut et De Hosson, 2008). En effet, les étapes 3 et 4 du canevas présenté par les curricula de 2008 portent respectivement sur : a) la formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles ; b) l'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves. De même, concernant « les démarches scientifiques » décrites par les curricula de 2015, les élèves doivent proposer une ou des hypothèses pour résoudre un problème ou une question, et concevoir des expériences pour la ou les tester.

Roux (2007, dans Mathé, 2010) évoque la nature hypothético-déductive de « la démarche d'investigation » et « des démarches scientifiques » en décrivant le schéma hypothético-déductif de la façon suivante :

Soit H une hypothèse théorique qui est conforme à toutes les données dont on dispose. On en déduit une conséquence nouvelle, qui est expérimentalement testable. De deux choses l'une :

Soit cette conséquence nouvelle se révèle contraire à l'expérience, on considère alors que l'hypothèse est infirmée ou encore réfutée par l'expérience E ;

Soit l'expérience est telle qu'on l'avait prévue par déduction, on considère alors que l'hypothèse est confirmée par E (ou corroborée = non-infirmée, si l'on tient à avoir la prudence popperienne). (Roux cité par Mathé, 2010, p. 31)

Néanmoins, Windschitl (2000) exprime qu'il n'existe pas de « méthode scientifique » universelle, puisque l'investigation peut prendre différentes formes : certains formulent et testent des hypothèses ; d'autres construisent leurs hypothèses après leurs expérimentations ; d'autres encore mènent des recherches descriptives dans lesquelles les hypothèses ne sont jamais formellement testées. De plus, comme l'expliquent Hasni et Bousadra (2018), la présence d'hypothèses est discutable, « il est tout à fait légitime de faire appel à un processus scientifique sans hypothèse au sens strict » (p. 4). Par exemple, procéder à une étude histologique pour découvrir les similitudes et les différences des structures des racines et des tiges (malgré les apparences extérieures qui ne permettent pas toujours de les distinguer) et les associer éventuellement à leurs fonctions peut se faire sur une base exploratoire sans hypothèse préalable. Ainsi, « la démarche d'investigation » ou « les démarches scientifiques » présentées par les textes institutionnels français « ne peu[vent], à [elles seules], rendre compte de la variété des démarches propres à l'activité scientifique. Se limiter à un tel modèle donnerait de la science, telle qu'elle se fait, une image pour le moins restrictive » (Mathé, 2010, p. 32). Si la présence de l'hypothèse n'est pas toujours indispensable dans une démarche d'investigation scientifique, il en est de même pour l'expérience. Les DIS sont parfois définies

comme des démarches expérimentales. Or, Hasni et Bousadra (2018) rappellent que, dans le contexte scolaire, il est important de souligner la diversité des sources potentielles des faits exploitables dans le cadre des DIS, à savoir ; a) les données recueillies par les élèves lors d'observations, ou d'expérimentations ; b) les données convoquées, c'est-à-dire des données qui peuvent être fournies par l'enseignant ou le manuel, ou encore recherchées sur Internet ; c) les données simulées ou supposées, comme c'est le cas de celles utilisées dans certaines modélisations. En effet, en biologie ou en géologie notamment, une partie des activités scientifiques ne s'appuie pas sur de l'expérimentation (Hasni, Belletête et Potvin, 2018) :

pour rendre compte de la diversité des DIS, il est important d'engager les élèves non seulement dans des problématiques dont l'étude nécessite des expérimentations, mais également celles qui font appel à d'autres modalités d'établissement des faits (observation sans expérimentation¹⁰, modélisation, etc.). (p. 31)

À titre d'exemples concernant l'observation sans expérimentation, ces auteurs évoquent « l'étude de la dynamique des populations dans leur milieu de vie », ou encore « la caractérisation de la structure microscopique des racines et des tiges en vue de les différencier sur des bases autres que les caractéristiques apparentes à l'œil nu » (p. 32).

3.1.3 De la construction de l'objet en sciences à la reconstruction du savoir en classe

Bachelard déclare : « Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit » (Bachelard, 1977, p. 14). « L'épistémologie contemporaine, depuis Gaston Bachelard, insiste sur le fait que l'objet d'une science n'est pas donné mais résulte d'une construction intellectuelle » (Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel et Toussaint, 2008, p. 54). La construction de l'objet dans l'activité scientifique est en

¹⁰ « Notons cependant qu'il ne s'agit ni d'observations spontanées (comme celle d'un promeneur en forêt) ni aléatoires (qui consistent à décrire les objets et les phénomènes lorsque nous les croisons au hasard). L'expression « observer attentivement » est très répandue dans les classes de sciences, comme si l'observation neutre et spontanée était suffisante. L'observation se fait toujours au regard d'une question précise et en fonction d'un cadre de référence à expliciter ». (Hasni, Belletête et Potvin, 2018, p. 33)

adéquation avec la reconstruction des savoirs chez l'apprenant du point de vue de la psychologie. En effet, selon Wittwer (1990, cité par Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel et Toussaint, 2008),

« qu'il s'agisse de transmettre des savoirs, des savoir-faire et de comment se comporter pour assurer ces transmissions, c'est-à-dire réfléchir sur son savoir-être dans ces situations, il est clair que seule une position interactionniste, certains disent systémique, d'autre encore constructiviste, est aujourd'hui en prise avec l'épistémologie contemporaine ». (p. 32)

Dans ce sens, le constructivisme sur le plan didactique, « s'oppose à une pédagogie de la transmission-réception centrée sur l'objet, elle s'oppose aussi à une pédagogie centrée uniquement sur l'enfant qui construirait lui-même son savoir à partir de ses besoins et de ses intérêts » (Astolfi, 1985, p. 196).

En effet, dans cette approche, l'élève construit son savoir à partir d'une investigation du réel, ce réel comprenant aussi le savoir constitué sous ses différentes formes (magistrale, médiatisée, documentaire...). Il se l'approprie de manière non linéaire, par différenciations, généralisations, ruptures... Cette appropriation du savoir s'appuie sur des constructions très individualisées, mais aussi sur des situations de classe, collectives, où peuvent apparaître des conflits cognitifs, susceptibles de faire avancer la construction des connaissances. (*Ibid.*, p. 197)

Les démarches qui s'appuient sur des fondements constructivistes insistent sur la responsabilité de l'élève dans la réalisation de ses apprentissages, tout en reconnaissant le rôle médiateur de l'enseignant. L'enseignement est considéré comme « un processus par lequel l'enseignant met à la disposition des élèves des environnements d'apprentissage qui les amènent à construire leurs savoirs » (Larose et Lenoir, 1998, p. 78). Dans ces démarches fondées sur une approche constructiviste, l'élève joue un rôle actif dans la construction du savoir : il est engagé intellectuellement dans le processus d'apprentissage et dans l'élaboration conceptuelle. L'apprentissage est considéré comme un processus par lequel l'élève interroge et transforme le réel en le conceptualisant et en construisant la réalité (Not,

1987). Dans le cadre de la mise en œuvre de ces démarches, les élèves sont invités à construire des problèmes pertinents avant de proposer et de mettre en œuvre des stratégies appropriées pour les résoudre (Hasni et Samson, 2008).

Dans le même sens, les DIS ne doivent pas se confondre avec de simples manipulations, ou ce que certains auteurs appellent les activités de type « *hands-on* » (Gerstner et Bogner, 2010). Bien qu'il soit possible de faire manipuler par les élèves des objets concrets ou des instruments de mesure, cet aspect ne correspond seulement qu'à une partie de ces démarches. Les DIS vont plus loin, car elles reposent à la fois sur des habiletés intellectuelles et techniques (Potvin et Hasni, 2013).

Concernant « la démarche d'investigation » recommandée par les curricula français, Mathé *et al.* (2008) expliquent que ces dernières privilégient une approche hypothético-déductive à partir d'un conflit cognitif. Cela « suppose un déplacement d'un point de vue transmission-application vers un cadre socioconstructiviste qui donne davantage de responsabilités aux élèves en termes de développement de démarches et d'élaboration de savoirs [...] » (p. 46). Venturini et Tiberghien (2012) confirment cela en précisant que,

sans présumer des intentions du législateur, on comprend que cette démarche n'est pas sans lien avec une perspective socioconstructiviste de construction des connaissances, notamment au travers des interactions sociales liées aux activités collectives qui sont évoquées et à la place qu'y occupe le langage. (p. 96)

Il semble que « les démarches scientifiques » préconisées par les derniers curricula entretiennent également un lien avec une approche socioconstructiviste de reconstruction du savoir scientifique par les élèves.

Par ailleurs, Hasni (2011) insiste sur l'importance de savoirs préalablement acquis par les élèves pour construire un problème et la nécessité d'utiliser une démarche de recherche pour résoudre un problème. La construction de problèmes est indispensable à l'appropriation des savoirs scientifiques et ces derniers sont nécessaires à la construction des problèmes. À l'école, la construction des savoirs conceptuels peut être vue comme un processus circulaire (figure 3) (Hasni *et al.*, 2009a). En effet, les élèves sont appelés à s'interroger sur des phénomènes scientifiques ou technologiques qui les entourent et amenés à formuler des problèmes d'ordre scientifique ou technologique sur la base de leurs savoirs conceptuels préalables. Pour trouver des réponses à leurs questions ou des solutions à leurs problèmes, ils planifient et mettent en œuvre, notamment, des DIS appropriées aux questions ou aux problèmes considérés. La formulation des problèmes et la mise en œuvre des DIS nécessitent la mobilisation de savoirs conceptuels, d'habiletés de recherche et d'attitudes. Au terme de ces démarches, les élèves sont conviés à formuler des énoncés scientifiques et à reconstruire des savoirs scientifiques (savoirs conceptuels visés) afin de mieux comprendre les phénomènes scientifiques en jeu. Les nouveaux savoirs scientifiques ainsi reconstruits peuvent servir à leur tour à la formulation de nouveaux problèmes d'ordre scientifique ou technologique. Ce processus circulaire de reconstruction des savoirs scientifiques met l'accent sur la relation entre les DIS et la conceptualisation.

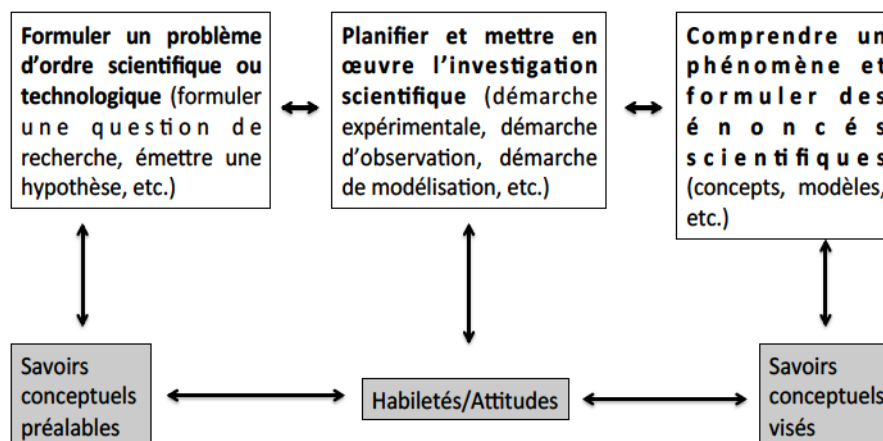


Figure 3 : La reconstruction des savoirs conceptuels à l'école : un processus circulaire (Inspiré de Hasni *et al.*, 2009a)

Le processus circulaire de reconstruction des savoirs scientifiques met en évidence la notion de problématisation dans la conceptualisation. En effet,

rendre au savoir sa « saveur », selon la célèbre expression d'Astolfi (2008), impliquerait de mettre les problèmes au cœur des apprentissages et de faire de leur construction et non seulement de leur résolution, l'enjeu essentiel de l'activité intellectuelle (Chalak, 2012, p. 38).

Certains auteurs comme Fabre, Orange ou Lhoste travaillent sur la construction du problème par les élèves en sciences. Fabre et Orange (1997) considère que le savoir scientifique se caractérise par la « maîtrise de véritables problèmes » (Fabre et Orange, 1997, p. 2), et que les problèmes sont au cœur de la construction des savoirs scientifiques chez les chercheurs comme chez les élèves. L'une des caractéristiques du problème scientifique, qui le distingue des autres sortes de problèmes que l'on rencontre dans la vie de tous les jours est que sa résolution : a) fait appel à une démarche de recherche et b) débouche sur une élaboration conceptuelle. Ainsi, comme nous l'avons déjà mentionné, les deux éléments du processus scientifique, la problématisation et la conceptualisation, s'inscrivent dans une relation circulaire et féconde (Orange, 2005).

Fabre et Orange (1997), s'appuyant particulièrement sur la psychologie cognitive, montrent ce que peut apporter l'étude du processus de problématisation (construction ou reconstruction du problème par les élèves) à la compréhension des changements conceptuels. Ce processus est décrit au sein de la communauté scientifique que représente la classe, appelée par les auteurs « un paradigme de classe ». Fabre et Orange présentent trois dispositifs menant à la problématisation par les élèves : a) la problématisation par le débat, b) la problématisation par le débat et l'apport par l'enseignant d'éléments critiques et c) la problématisation par la discussion et l'apport par l'enseignant de propositions. Le choix du dispositif mis en place par l'enseignant est lié aux différentes natures de rupture (métaphysique, de raisonnement ou simple) que les élèves doivent effectuer. Pour le premier dispositif, lié à des ruptures de nature métaphysique, les auteurs précisent que « construire un problème, pour l'élève, c'est donc participer à l'élaboration d'une carte mentale faite de questions/réponses, puis comprendre ce qui, dans cette carte, relève de connexions nécessaires et ce qui, au contraire, ouvre des possibles entre lesquels il faut trancher » (Fabre et Orange, 1997, p. 12). Ces mêmes auteurs indiquent également, que l'enseignant assure trois fonctions dans cette problématisation : « une fonction d'explicitation », « une fonction de prise de conscience » et « une fonction de guidage ».

De plus, Orange *et al.* (1999) s'intéressent dans leurs travaux aux relations entre la construction de problèmes par les élèves et les apprentissages en sciences de la vie et de la Terre. Ils précisent que la construction d'un problème ne peut pas « se cantonner au début du travail scientifique : elle en est une part essentielle et se développe dans le temps, en interaction permanente avec les études empiriques » (Orange *et al.*, 1999, p. 3).

Beorchia (2005) apporte un éclairage supplémentaire sur la problématisation. En effet, elle met en évidence que les élèves accèdent à des degrés de problématisation différents. De plus, la distinction entre problème perçu et

problème construit donne des indications sur l'engagement des élèves dans le processus :

1. Expression d'énigmes ou de controverses pour les problèmes perçus.
2. Mises en tension entre contraintes empiriques et nécessités pour les problèmes construits.

Hasni et Samson (2007, 2008) confirment les travaux présentés ci-dessus en expliquant que les démarches à caractère scientifique doivent permettre de construire des problèmes pertinents, c'est-à-dire amener les élèves à problématiser. Pour que ces derniers construisent des problèmes, les enseignants doivent tenir compte de différents éléments propres aux élèves et qui peuvent devenir des obstacles : les représentations, les cadres de référence¹¹ et les savoirs acquis précédemment. « Bref, l'absence des savoirs nécessaires à la formulation du problème rend l'obstacle infranchissable par les élèves ; la présentation préalable des savoirs sur lesquels le problème est supposé déboucher enlève tout obstacle et éteint, par conséquent, tout désir de recherche. » (Hasni et Samson, 2007, p. 3). Reprenant Fabre (1999), ces auteurs expliquent que dans une pédagogie de construction du problème, celui-ci est construit progressivement par les élèves en réalisant des interactions non seulement entre pairs mais aussi entre les élèves et l'enseignant. Ils ajoutent que la résolution des problèmes scientifiques doit conduire les élèves à la construction de savoirs nouveaux.

Comme nous l'avons évoqué plus haut, une étude récente de Martinez Barrera, De Hosson et Décamp (2015) met en lumière le fait que la production du savoir en science relève autant de la construction des problèmes que de leur résolution. Ces auteurs démontrent, en outre, qu'il est nécessaire pour les élèves (ici, les enseignants) de posséder des connaissances préalables et que par conséquent la situation proposée par l'enseignant (ici, le formateur) doit se trouver

¹¹ Cadre théorique propre à l'élève

dans la zone proximale de développement (au sens de Vygotsky). Ils montrent aussi qu'un accompagnement des apprenants est indispensable : « les démarches pédagogiques d'apprentissage par franchissement d'obstacle méritent d'être particulièrement accompagnées pour être fécondes » (Martinez Barrera *et al.*, 2015, p. 64).

Orange décrit et explicite le processus de problématisation en orientant son travail essentiellement du côté des élèves. Néanmoins, Fabre et Musquer (2009), dans une étude portant sur les inducteurs de problématisation, expliquent que « dans une situation-problème, il y a bien co-construction du problème par le maître et les élèves » (Fabre et Musquer, 2009, p. 6). Ces auteurs définissent différents inducteurs de problématisation, dont l'inducteur « a » qui correspond à la manière de poser la question et qui vise la dévolution du problème en formulant une énigme, un paradoxe, une controverse, etc. Selon eux, l'enseignant doit orienter la recherche : « Nous pensons que les inducteurs sont les moyens de cette orientation. Autrement dit, le problème (et les inducteurs qui lui sont associés) constitue un auto-régulateur de la recherche » (Fabre et Musquer, 2009, p. 13).

Il ressort de cette première section, en lien avec les démarches pratiquées par les scientifiques, qu'il existe une variété de DIS pouvant être mise en œuvre en classe. Ces dernières ne sont pas uniquement des démarches de nature hypothético-déductive. Les démarches d'investigation scientifique reposent sur un problème construit par les élèves et sur un recueil de faits qui fait appel à différentes modalités (et non uniquement à l'expérimentation). À travers ces démarches, les élèves reconstruisent, à partir de savoirs conceptuels préalables acquis, des savoirs conceptuels nouveaux au cours d'un processus circulaire. La section suivante permet de relever les éléments convergents des différentes définitions données par la communauté scientifique au sujet des DIS mises en œuvre en classe.

3.2 Une variété de définitions pour évoquer les démarches d'investigation scientifique en classe

Il existe différentes définitions et caractérisations des démarches d'investigation données par la communauté de chercheurs travaillant sur l'enseignement scientifique. Le terme « investigation » peut être utilisé pour parler du travail des scientifiques, pour décrire les pratiques des enseignants ou l'apprentissage des élèves. Aucun consensus ne semble être trouvé (Jameau et Boilevin, 2015 ; Rönnebeck, Bernholt, et Ropohl, 2016). Néanmoins, il est possible d'identifier des éléments communs présents dans de nombreux écrits scientifiques.

Tout d'abord, Linn, Davis et Bell (2004) formulent ceci :

Par définition, une investigation est un processus intentionnel de diagnostic des problèmes, de critique des expériences réalisées, de distinction entre les alternatives possibles, de planification des recherches, de recherche d'hypothèses, de recherche d'informations, de construction de modèles, de débat avec des pairs et de formulation d'arguments cohérents. (p. 4)

Cependant, il n'est pas précisé si tous ces aspects doivent être présents conjointement pour que l'ensemble puisse être défini comme une investigation, ou s'il s'agit d'activités alternatives possibles.

Selon Hasni et Samson (2008), il est possible de distinguer des moments clés à considérer dans une DIS : a) la formulation d'un problème, b) la planification et la validation d'un ou plusieurs recueils de données en fonction de la nature du problème et des questions retenues, c) la mise en œuvre de cette planification (investigation structurée) lors du recueil des données, d) l'analyse et l'interprétation des données, ainsi que la confrontation des conclusions obtenues aux savoirs homologués et aux conceptions des élèves, conduisant ainsi à la reconstruction du savoir scientifique visé. Les auteurs précisent que ces composantes, telles qu'elles sont énoncées, ne doivent pas être perçues comme des étapes fixes à suivre de manière linéaire. Des allers-retours entre les différentes composantes sont possibles.

Grangeat (2013) considère que les démarches d'investigation scientifique possèdent six dimensions qui permettent de les identifier : a) origine du questionnement, b) nature plus ou moins ouverte du problème, c) responsabilisation des élèves, d) prise en compte de leur diversité, e) rôle de l'argumentation et f) explicitation des savoirs reconstruits.

Cariou (2015), quant à lui, distingue trois sortes d'investigation : l'investigation informative, l'investigation explicative et l'investigation pragmatique. Ces investigations sont qualifiées en fonction du type d'interrogation qui les suscite : a) l'investigation informative (la réponse est une information), b) l'investigation explicative (la réponse est une explication) et c) l'investigation pragmatique (la réponse est un moyen). Par conséquent, une investigation, une enquête correspond à la recherche, à la quête de quelque chose d'énigmatique, qui sera, selon le cas, une explication, une information ou un moyen.

Certaines synthèses anglophones révèlent également la diversité des définitions proposées, mais surtout la prédominance de la caractérisation des DIS par une liste de phases (moments clés) (Hasni, Belletête et Potvin, 2018). À titre d'exemple, Pedaste *et al.* (2014) ont identifié 109 termes différents utilisés par les auteurs pour désigner les phases des DIS (*inquiry phases*). Ils ont ensuite regroupé ces termes en cinq grandes phases : 1) orientation ; 2) conceptualisation (questions ou hypothèses) ; 3) investigation (exploration, expérimentation, interprétation des données) ; 4) conclusion et 5) discussion (communication, réflexion). Dans le même sens, Rönnebeck *et al.* (2016), après avoir mis en évidence la diversité des définitions utilisées, proposent trois phases principales : 1) préparation (recherche d'informations ; questions ; hypothèses) ; 2) réalisation (planification et réalisation de l'investigation ; analyse, interprétation et évaluation des données) et 3) explication et évaluation (argumentation et raisonnement).

Plus récemment, Boilevin (2017) a considéré que les DIS devaient remplir certaines conditions pour permettre des apprentissages (savoirs sur les sciences, savoir-faire des sciences, savoirs conceptuels scientifiques) : 1) présence de contenus scientifiques ; 2) des tâches ou des problèmes à résoudre requérant des activités cognitives et expérimentales ; 3) des discussions argumentatives et des communications entre pairs ; 4) une structuration des connaissances.

L'existence d'une variété de définitions montre à nouveau qu'il n'existe pas de démarche unique reposant sur l'investigation scientifique. Néanmoins, ces définitions s'entendent sur la présence d'un problème dans les démarches d'investigation et l'acquisition de nouveaux savoirs scientifiques par les élèves. De plus, Minner, Levy et Century (2009) expliquent que trois éléments sont présents dans l'ensemble des définitions : la présence de contenus scientifiques, l'engagement des élèves dans ce contenu et la responsabilité de l'élève dans son apprentissage. Par ailleurs, il faut noter que nombreuses sont les définitions, notées ci-dessus, décrivant les DIS en termes de procédure. Elles énoncent les différentes étapes plus ou moins linéaires que doivent suivre les élèves pour mettre œuvre une DIS. Des textes récents, comme ceux d'Hansi et Bousadra (2016) ou d'Hasni, Belletête et Potvin (2018), s'appuyant en particulier sur Bachelard (1977) et Windschitl *et al.* (2008), évoquent la possibilité de penser les DIS en termes de posture et non plus en termes de procédure. Ces auteurs (figure 4) proposent de penser ces démarches

à partir de leurs fonctions en sciences et des principales questions auxquelles elles permettent de répondre : 1) quel problème scientifique doit-on étudier et pourquoi ? ; 2) quels sont les faits à chercher ou à produire pour étudier le problème retenu (et pourquoi ces faits et pas d'autres) ? ; 3) en quoi ces faits constituent-ils une preuve de la compréhension du monde proposée ? (*Ibid.*, p. 26)

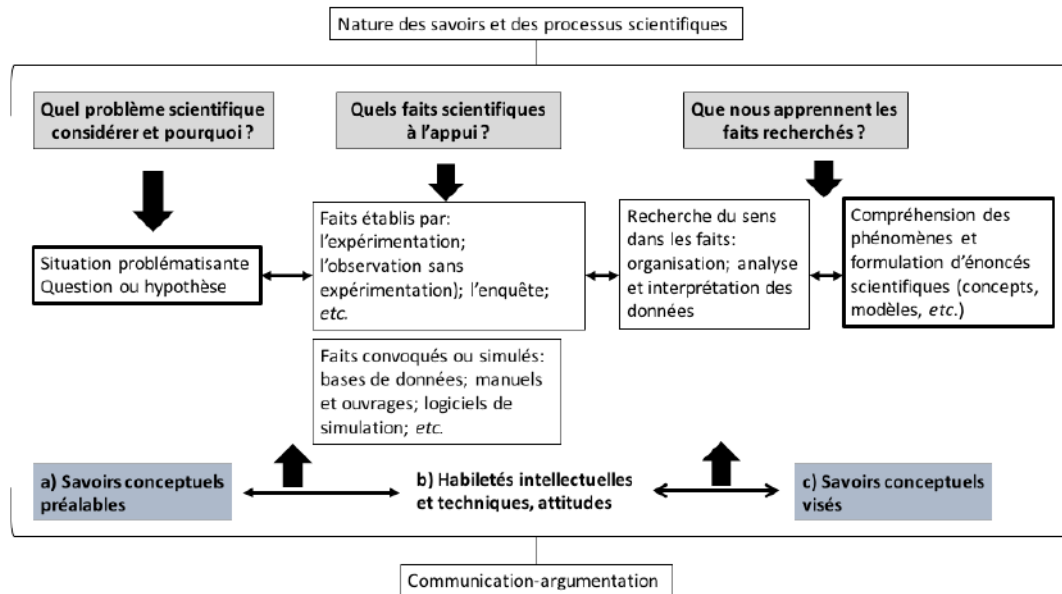


Figure 4 : Composantes des démarches d'investigation scientifique (Hasni et Bousadra, 2018)

Il est possible d'observer sur la figure ci-dessus que chacune des questions renvoie à un moment de DIS en lien avec les autres savoirs disciplinaires (savoirs conceptuels, habiletés et attitudes).

3.3 Place de l'élève et de l'enseignant au sein des démarches d'investigation scientifique

Certains auteurs différencient les DIS mises en œuvre en classe en se basant soit sur le type d'interrogation émis soit sur le niveau d'engagement des élèves et le degré d'intervention de l'enseignant.

En effet, bien qu'il ne semble pas exister d'unique et simple définition de « la démarche d'investigation » dans la documentation scientifique (Anderson, 2002), nous retrouvons dans les écrits certains modèles de DIS basés sur le niveau d'engagement de l'élève et de guidage de l'enseignant. C'est-à-dire sur ce qui est généralement appelé les « niveaux d'investigation » (*levels of inquiry*). Schwab (1962) distingue trois approches : une première, dans laquelle l'enseignant ou le

manuel pose le problème et décrit les manières par lesquelles les élèves peuvent découvrir des relations qu'ils ne connaissent pas encore. Dans la deuxième approche, l'enseignant ou le manuel pose le problème, mais les méthodes et les solutions sont déterminées par les élèves. Dans la troisième approche, la plus ouverte, les élèves sont confrontés au phénomène de manière libre : ce sont eux qui formulent le problème, collectent et analysent les données et énoncent des explications scientifiques reposant sur leurs investigations. Dans le même sens, Chinn et Malhotra (2002) proposent quatre niveaux d'investigation : 1) *simple observation* (par exemple, description d'un être vivant) ; 2) *simple experiments* (il s'agit de simples manipulations, comme mesurer la quantité d'oxygène en fonction de l'agitation de l'eau) ; 3) *simples illustrations* (les élèves suivent un protocole et inscrivent leurs résultats) et 4) *authentic inquiry* (les élèves, ici, ont toute la responsabilité du processus d'investigation scientifique). Windschitl (2003), se basant plus particulièrement sur les écrits de Schwab (1962) et de Herron (1971), a proposé une catégorisation à quatre niveaux de l'investigation scientifique en classe : 1) l'investigation confirmatoire (*confirmation inquiry*), 2) l'investigation structurée (*structured inquiry*), 3) l'investigation guidée (*guided inquiry*), 4) l'investigation ouverte (*open ou full inquiry*). Au premier niveau, celui de l'investigation confirmatoire, l'enseignant fournit aux élèves une question d'investigation, ainsi que la procédure pour y répondre. Les élèves exécutent la procédure et confirment la réponse ou la solution qu'ils connaissent *a priori*. Au niveau de l'investigation structurée, l'enseignant fournit aux élèves une question, ainsi que la procédure pour y répondre, sans toutefois que les élèves connaissent la réponse ou la solution au départ. Au troisième niveau, concernant l'investigation guidée, l'enseignant fournit seulement la question aux élèves et ces derniers sont responsables d'établir la procédure qui permettra de formuler la solution ou la réponse à la question de départ. Au quatrième et dernier niveau, celui de l'investigation ouverte ou complète, les élèves sont invités à formuler leur propre question d'investigation et à développer eux-mêmes la procédure, ainsi que la solution ou la réponse qu'ils ne connaissent pas au départ. Les deux premiers niveaux de l'investigation (confirmatoire et structurée) sont considérés comme des investigations de type « livre de recettes » (Smithenry, 2009) puisque la procédure

est généralement donnée aux élèves et ceux-ci doivent simplement suivre les étapes pour arriver au résultat escompté. Les troisième et quatrième niveaux de l'investigation (guidée et ouverte), qui laissent une plus grande place à l'élève dans le développement de la procédure et la formulation de solutions ou de réponses, se rapprochent davantage d'une perspective que l'on pourrait qualifier de « constructiviste ».

Par ailleurs, comme le mentionnent le NRC (2000) et différents auteurs cités précédemment (Furtak, Seidel, Iverson, Briggs, 2012 ; Kirshner, Sweller et Clark, 2006), bien que le niveau d'investigation ouverte puisse sembler correspondre à un niveau souhaitable pour les élèves lorsqu'ils sont confrontés à de nouveaux contenus ou phénomènes dans une perspective constructiviste, il est nécessaire de rappeler que la médiation réalisée par l'enseignant en classe lors de la mise en œuvre des DIS est cruciale.

Par conséquent, dans un contexte de DIS, l'enseignant devrait agir davantage en médiateur au sens de Dumas-Carré et Weil-Barais (1998) laissant la possibilité aux élèves de choisir, d'argumenter et de discuter la validité de leurs propositions. L'enseignant invite donc les élèves à se rendre responsables de l'appropriation de ses savoirs. Les DIS, y compris celles présentées dans les curricula français, paraissent compatibles avec les situations adidactiques de Brousseau (Calmettes, 2009).

Prenant appui sur ce qui vient d'être exposé dans cette deuxième partie, nous notons que, même si les démarches des scientifiques sont utilisées comme référence (au sens de Martinand) pour les DIS réalisées en classe, il existe des différences significatives entre les deux. Tout d'abord, les démarches des scientifiques sont le moyen de construction de savoirs, tandis que les DIS mises en œuvre en classe sont

le moyen de reconstruction de savoirs déjà existants et aussi un objet d'enseignement, c'est-à-dire un savoir scientifique que les élèves doivent également reconstruire. De plus, comme nous l'avons précisé plus haut, les problèmes formulés ou construits en classe, soit par les enseignants soit par les élèves, ne sont pas des problèmes scientifiques. Ce sont des problèmes qui ont subi une didactisation de la part de l'enseignant. En outre, à l'instar des démarches réalisées par les scientifiques, les démarches d'investigation scientifique, bien qu'elles prennent différentes formes, sont essentiellement prescrites (en France) comme des démarches de type hypothético-déductif. Par ailleurs, suivant le degré de prise en charge par les élèves et l'enseignant, il existe plusieurs niveaux d'investigation dans la mise en œuvre de ces démarches en classe.

3.4 Les démarches d'investigation scientifique retenues pour l'analyse des pratiques d'enseignement

Nous considérons au sein de la présente étude, les savoirs composant la structure disciplinaire incluant les DIS. Nous pensons que ces démarches s'articulent avec les autres savoirs disciplinaires au sein d'un processus circulaire. Ce processus a pour objectif, à partir de savoirs conceptuels préalablement acquis par les élèves, la reconstruction de savoirs conceptuels visés avec l'aide de l'enseignant. Nous concevons également que les DIS favorisent la responsabilité des élèves dans leurs apprentissages. Nous prenons en compte que ces démarches reposent sur un problème construit par les élèves et qu'elles sont composées de différents éléments caractérisant les moments-clés, comme la formulation d'un problème scientifique. Au final, pour caractériser les DIS réalisées en classe, nous prenons en compte les éléments suivants :

1. Ces démarches sont basées sur un problème.
2. Ces démarches reposent sur un processus circulaire.
3. Ces démarches sont constituées de différentes composantes : 1) formuler un problème scientifique ; 2) planifier et mettre en œuvre l'investigation

scientifique (démarches expérimentales, observation, etc.) ; 3) formuler des énoncés scientifiques.

4. Ces démarches favorisent la prise en charge par les élèves d'une ou plusieurs composantes.
5. Ces démarches ont pour objectif la reconstruction de savoirs conceptuels par les élèves avec l'aide de l'enseignant, à partir de savoirs conceptuels préalablement acquis.

Dans la section suivante, nous présentons l'articulation des trois construits qui constituent le cadre de référence de notre recherche.

4. L'ARTICULATION DU CADRE DE REFERENCE ET LES OBJECTIFS SPECIFIQUES DE RECHERCHE

Notre travail de recherche porte sur l'articulation des démarches d'investigation avec les autres savoirs qui composent la structure disciplinaire, à travers les pratiques d'enseignement d'enseignants de S&T au collège. Dans cet objectif, notre cadre de référence associe trois construits : les pratiques d'enseignement qui constituent l'armature du cadre et les savoirs composant la structure disciplinaire dont les DIS font partie (figure 5).

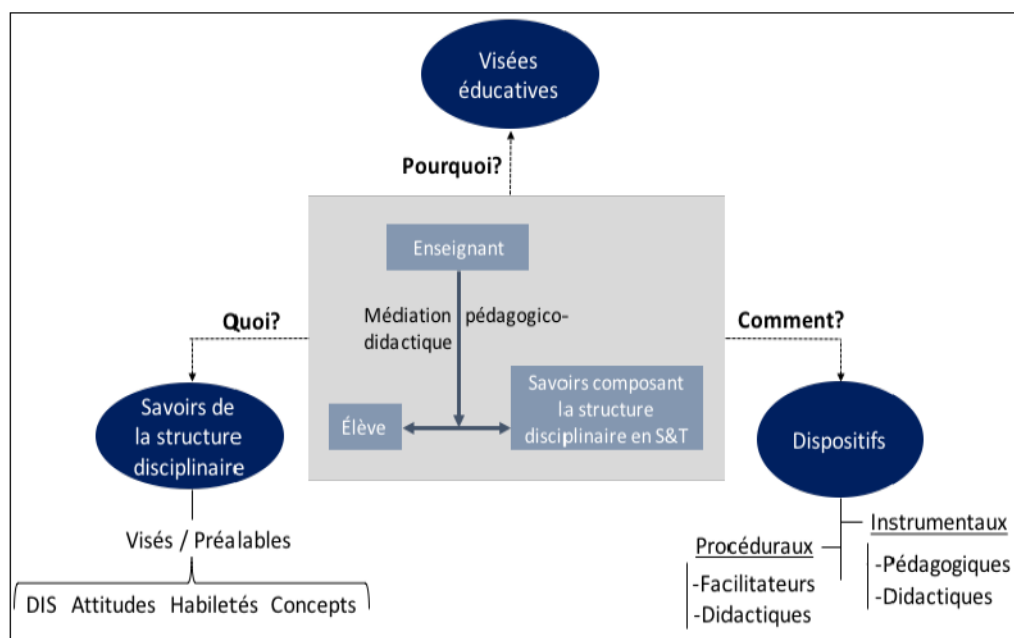


Figure 5 : Articulation synthétique des trois construits du cadre de référence

En conclusion, trois domaines sont retenus : le « quoi » qui correspond aux savoirs composant la structure disciplinaire, le « comment » qui permet d'identifier les dispositifs mis en place par les enseignants lorsque leurs élèves mettent en œuvre des DIS en classe, et le « pourquoi » qui s'intéresse au sens donné par les enseignants à leurs pratiques en lien avec les DIS. Le tableau ci-dessous décrit ces différents domaines en précisant leurs critères (tableau 1).

Tableau 1 : Les différents domaines et critères retenus pour notre recherche

Domaines retenus	Critères			
« Quoi ? » Les savoirs disciplinaires en sciences	Savoirs mobilisés	Savoirs conceptuels Habiletés Attitudes		
	Savoirs visés	Démarches d'investigation scientifique		
	Savoirs conceptuels	Concepts		
	Habiletés	Intellectuelles Techniques Syntaxiques		
	Attitudes	Intellectuelles Comportementales		
	Démarches d'investigation scientifique	Composantes	Formuler un problème scientifique Planifier et mettre en œuvre l'investigation scientifique (démarches expérimentales, observation, etc.) Formuler des énoncés scientifiques	
		Processus	Circulaire Linéaire Deux processus linéaires (DI et autres savoirs séparés) Linéaire sans savoir préalable ¹²	
	« Comment ? » Les dispositifs	Instrumentaux	Pédagogiques	Matériel sans lien avec les sciences comme le tableau, le vidéoprojecteur, le cahier, etc.
Didactiques			Matériel en lien avec les sciences, comme le matériel de laboratoire.	
Procéduraux		Organisationnels	L'organisation de la classe.	
		Niveau de mise en œuvre des démarches d'investigation scientifique (confirmatoire, structurée, guidée, ouverte)	Degré de connaissance par les élèves de la réponse au problème. Formulation du problème. Proposition du protocole. Réalisation du protocole. Analyse, interprétation et formulation d'énoncés scientifiques.	
« Pourquoi » Le sens que donne l'enseignant à ses pratiques	En lien avec le « quoi ? » (les savoirs qui composent la structure disciplinaire) et le « comment ? » (les dispositifs)			

¹² Les différents processus sont décrits dans la partie qui suit, et plus précisément dans la section concernant la présentation du questionnaire.

En nous appuyant sur notre cadre de référence, nous pouvons formuler des objectifs spécifiques de recherche. Ces objectifs, qui vont nous permettre de dégager les orientations des pratiques d'enseignement lors de mises en œuvre de DIS, sont les suivants :

- a) **Identifier les savoirs composant la structure disciplinaire ainsi que l'articulation¹³ des DIS avec les autres savoirs privilégiés dans les pratiques d'enseignement mises en œuvre par les enseignants de S&T français.**
- b) **Identifier les dispositifs procéduraux et instrumentaux mis en œuvre par ces enseignants pour articuler les DIS avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire.**
- c) **Clarifier les visées éducatives des enseignants de S&T associées à l'articulation des DIS avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire.**

Afin d'atteindre ces objectifs, nous allons décrire dans la partie suivante de notre écrit le type de recherche que nous envisageons, ainsi que les méthodes de collecte et d'analyse de données que nous avons adoptées.

¹³ Nous précisons qu'il s'agit ici d'identifier une éventuelle articulation.

TROISIEME CHAPITRE LA METHODE DE RECHERCHE

Ce troisième chapitre a pour but de décrire la démarche d'opérationnalisation des objectifs qui préside à la présente recherche en exposant le processus méthodologique à travers lequel nous pouvons assurer la validité des données et du traitement effectué. Après avoir identifié le protocole de recherche qui permet de répondre aux objectifs spécifiques de cette étude, nous présentons les caractéristiques de l'échantillon et le processus d'échantillonnage. Par la suite, les processus de collecte et de traitement des données sont détaillés et illustrés par des schémas de synthèse. Enfin, avant de mettre en relief ce que nous considérons être les apports et les limites de cette étude, nous décrivons les considérations éthiques de la recherche.

1. LE PROTOCOLE DE RECHERCHE

Dans le cadre du premier chapitre, nous avons construit la problématique du présent travail de recherche en nous appuyant à la fois sur des textes d'origine institutionnelle et sur des textes scientifiques. Cela nous a conduit à formuler l'objectif général de recherche suivant : identifier comment des enseignants français de sciences et technologie articulent les DIS avec les autres savoirs en S&T. Par la suite, la constitution d'une trame conceptuelle, nous a permis d'énoncer trois objectifs spécifiques.

1.1 Une clarification des objectifs de la recherche

Le premier objectif spécifique de recherche fait référence au « quoi ? » enseigner, c'est-à-dire aux savoirs disciplinaires qui sont visés par les enseignants et mobilisés par les élèves dans le cadre de l'intervention éducative en sciences et

technologie lors de DIS. Ces savoirs composant la structure disciplinaire, les savoirs conceptuels, les habiletés et attitudes s'articulent au sein d'un processus d'investigation scientifique circulaire. Nous cherchons à identifier ces différents savoirs, qu'ils soient visés ou mobilisés, ainsi que leur articulation.

Le second objectif spécifique fait référence au « comment ? » enseigner ce qui est enseigné, ce qui renvoie aux dispositifs instrumentaux et procéduraux didactiques. Nous rappelons que ceux-ci notamment « renvoient pour leur part aux modalités de traitement des savoirs mis en œuvre par l'enseignant en vue de susciter, de soutenir et de guider les processus d'apprentissage (la médiation cognitive) » (dans l'*Addendum*, Lenoir et Esquivel, 2015, p.17). Il s'agit ici d'identifier les dispositifs instrumentaux pédagogiques (tableau, cahier, etc.) et didactiques (matériel de laboratoire, expériences virtuelles, etc.), mais aussi les dispositifs procéduraux pédagogiques comme l'organisation de la classe et les dispositifs procéduraux qui renvoient aux démarches d'enseignement-apprentissage mis en œuvre par les enseignants dans l'objectif d'articuler les DIS avec les autres savoirs disciplinaires. Ces démarches soit s'inscrivent soit dans une logique de transmission, soit s'appuient sur des fondements constructivistes. Elles sont constituées de différentes composantes dont le niveau de mise en œuvre varie suivant l'implication de l'enseignant et des élèves : confirmatoire, structurée et guidée ou ouverte (Windschitl, 2003).

Enfin, la clarification des visées éducatives des enseignants associées à l'articulation des DIS avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire constitue le troisième et dernier objectif spécifique de notre recherche et se rattache au « pourquoi ? » enseigner ce qui est enseigné.

L'analyse des éléments dégagés à partir de chacun de ces objectifs spécifiques nous permettra d'apporter un éclairage sur comment des enseignants de S&T articulent les DIS avec les autres savoirs disciplinaires (objectif général de recherche). Pour réaliser cette analyse, nous mettons en œuvre une recherche de type descriptif en lien avec nos objectifs spécifiques et de nature mixte séquentielle explicative, de façon à confirmer et à préciser nos résultats en étudiant principalement des pratiques déclarées complétées par des pratiques observées.

1.2 Une recherche de type descriptif

Astolfi (1993) identifie trois paradigmes de recherche : recherches de faisabilité (pragmatiques), recherches de signification (herméneutiques), recherches de régularité (nomothétiques). Ce dernier paradigme convient à la présente étude dans le sens où les recherches de régularité « visent une caractérisation d'éléments, de processus, de relations isolables, éventuellement répétables ; elles emploient des techniques et méthodologies dont le critère de validité est la possibilité d'une réplication des résultats. » (p. 13). Dans ce cas, les recherches de régularité « peuvent être aussi bien descriptives qu'expérimentales » (p. 8). Notre travail de recherche consiste à caractériser l'articulation des DIS avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire en décrivant des pratiques d'enseignement.

Pour Van der Maren (1996), la recherche de régularité descriptive

tente de rendre compte d'un objet ou d'un phénomène en identifiant ses conditions d'apparition (d'existence ou de changement) et ses dimensions (les éléments qui le constituent), en en dégagant les lois, les principes et les structures dominantes de son fonctionnement, de son évolution et de son interaction avec l'environnement. (p. 71)

De Ketele et Roegiers (1991) définissent la recherche de type descriptif comme un processus préparatoire à une évaluation ou à une recherche, mais aussi pouvant exister pour elle-même dans le but de descriptions minutieuses de phénomènes liés à des situations ou des populations particulières. Lefrançois (1991) explique que ce type de recherche vise « à identifier et décrire les caractéristiques d'un milieu ou d'une population » (p. 80). Il s'agit donc de décrire un objet, de le représenter en détail, de rendre compte de sa complexité en décrivant des éléments qui entrent en jeu. De plus, Sprenger-Charolles, Lazure, Gagné et Ropé (1987) précisent que la recherche descriptive « a pour objectif de décrire des faits, des objets, des événements, des comportements, en utilisant différentes stratégies d'observation (analyse de cas, analyse de contenu, enquête, étude comparative...) » et que, « outre son objectif de description, elle a le plus souvent une visée complémentaire de comprendre et d'expliquer » (p. 52).

En nous référant à nos objectifs spécifiques de recherche et en nous appuyant sur ces définitions, nous inscrivons notre travail au sein d'une recherche de type descriptif. En effet, cette recherche tente de rendre compte de l'articulation des DIS avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire en identifiant et en décrivant les savoirs en jeu privilégiés par les enseignants, et également les différents dispositifs mis en œuvre par ces derniers. De plus, la méthode mixte employée (décrite dans la section suivante) pour collecter et analyser les données permet de compléter la simple description en essayant de comprendre les choix des enseignants.

1.3 Une recherche de nature mixte séquentielle explicative

Nous réalisons une recherche de nature mixte explicative. Ce type de recherche permet ici, en validant et en affinant les résultats, d'accéder à la complexité des pratiques d'enseignement.

1.3.1 Une recherche de nature mixte...

Karsenti et Savoie-Zajc (2011) évoquent un nouveau paradigme de recherche, le paradigme pragmatique. Selon ces auteurs, la méthodologie mixte de recherche s'inscrit dans « la suite naturelle et surtout pragmatique » aux méthodologies traditionnelles de nature quantitative ou qualitative. Cette méthodologie donne l'occasion d'associer des données qualitatives avec des données quantitatives, de façon cohérente, permettant ainsi d'enrichir les résultats de la recherche. Selon ces auteurs, les problèmes en éducation étant complexes et variés, il semble logique que différentes approches méthodologiques de recherche puissent être empruntées pour trouver les meilleures façons d'apporter des pistes de solution à ces défis rencontrés par les élèves et/ou les enseignants. Avec les approches mixtes, il y a en quelque sorte un pluralisme méthodologique qui permet de faciliter la triangulation des résultats de recherche.

La triangulation est une technique de validation de données basée sur les travaux de Fortin (1996). Cette dernière définit la triangulation « comme l'emploi d'une combinaison de méthodes et de perspectives permettant de tirer des conclusions valables à propos d'un même phénomène » (p. 318). Selon cette même auteure, la triangulation peut s'opérationnaliser selon quatre types : la triangulation des données (temps, espace, personne, source), la triangulation des chercheurs, la triangulation des théories et la triangulation des méthodes.

Le choix d'une approche méthodologique mixte de recherche semble notamment être justifié par Pinard, Potvin et Rousseau (2004) :

1. Par la démarche de recherche réalisée, et plus précisément par la question générale de recherche : « or l'établissement d'une telle relation nous plonge au cœur même d'une approche méthodologique mixte » (p. 63).
2. Par les différentes caractéristiques de la vision de la recherche : une vision de la réalité globale dans laquelle se déroule l'action ; les savoirs produits sont

liés au contexte qui les a vus naître ; la finalité de la recherche est de produire des explications les plus riches possible sur le sujet d'étude dans le but d'orienter l'acte professionnel et de transformer les personnes ; et l'objectif de la recherche est de produire des résultats associés à une période et à un lieu donné.

3. Dans un but de rigueur scientifique : « objectiver les observations subjectives et donner plus de sens aux données objectives » (p. 68).

L'analyse des pratiques d'enseignement ici déclarées et observées s'inscrit dans un processus qui fait appel aux méthodes mixtes, c'est-à-dire, comme nous venons de l'exposer plus haut, au croisement et à la complémentarité enrichissante des méthodes qualitatives et quantitatives (Creswell, 2003 ; Creswell et Plano Clark, 2018 ; Johnson et Onwuegbuzie, 2004 ; Tashakkori et Teddlie, 2003). Comme certains auteurs, tels que Lenoir et Esquivel (2015), nous pensons que l'usage de méthodes mixtes nous paraît d'autant plus approprié pour analyser les pratiques d'enseignement que celles-ci détiennent des caractéristiques multiples et hautement complexes. C'est d'ailleurs sur cette logique qu'une grille d'analyse commune pour les entrevues et les observations a été produite. Afin de tenir compte de ces caractéristiques, nous recourons, en nous inscrivant sur un axe temporel, à différents dispositifs complémentaires de recueil des données empiriques sur les pratiques d'enseignement.

1.3.2 Une recherche de type séquentiel explicatif

Creswell (2003) explique que « *sequential procedures, in which the researcher seeks to elaborate on or expand the findings of one method with another method* » (p. 16). Il précise que la procédure séquentielle explicative est

collection and analysis of quantitative data followed by the collection and analysis of qualitative data. The priority typically is given to the quantitative data, and the two methods are integrated during the interpretation phase of the study. [...] The purpose [...] typically is to use

qualitative results to assist in explaining and interpreting the findings of a primarily quantitative study. (Ibid., p. 215)



Figure 6 : Représentation d’une recherche de nature mixte séquentielle explicative

Comme le montre la figure ci-dessus (figure 6), nous collectons et analysons dans un premier temps des données quantitatives puis, dans un second temps, nous recueillons et analysons des données qualitatives. Cette méthode nous permet, à partir d’analyses macroscopiques (données quantitatives), de réaliser par la suite des analyses plus fines (données qualitatives). En effet, l’analyse des données qualitatives permet de confirmer, d’approfondir et d’expliquer les résultats obtenus à partir des données quantitatives. La méthode mixte séquentielle explicative est cohérente avec le type descriptif de notre recherche. Elle donne l’occasion à la fois de décrire l’articulation des DIS avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire, mais aussi de fournir des éléments de compréhension concernant les décisions prises par les enseignants. Le choix des données qualitatives collectées s’effectue en fonction des résultats obtenus suite à l’analyse des données quantitatives. Les méthodes de collecte et de traitement des données explicitées dans les parties à venir s’appuient sur le type et la nature de la présente recherche.

Dans la partie suivante, la méthode d’échantillonnage ainsi que l’échantillon étudié sont présentés.

2. LA METHODE D'ECHANTILLONNAGE ET L'ECHANTILLON

Dans cette section, la population de référence, la méthode d'échantillonnage, ainsi que l'échantillon qui en découle, sont explicités. Afin de clarifier les termes employés, nous précisons d'ores et déjà que, dans le cadre de cette recherche, une population est « formée de la totalité des éléments détenant un certain nombre de caractéristiques communes » (Lenoir *et al.*, 2012, p. 208), c'est-à-dire « *the entire group of individuals having the characteristics that interest the researchers* » (Gall *et al.*, 2005, p. 128) et un échantillon est « un sous-ensemble d'une population (population mère) » (Lefrançois, 1991, p. 59).

2.1 La population de référence

La population de notre étude correspond aux enseignants de sciences et technologie français au niveau secondaire inférieur (élèves âgés de 11 à 15 ans) qui enseignent en France métropolitaine. Cependant, nous faisons le choix de ne nous intéresser qu'à une partie de cette population. En effet, nous considérons, comme d'autres auteurs, du fait d'une origine épistémologique différente, que « les processus scientifiques ne sont pas exactement les mêmes en physique, en biologie, en astronomie ou en paléontologie, par exemple » (Hasni et Bousadra, 2018). De plus, des études comme le rapport d'enquête IFÉ-ENS de Lyon (2011) sur les représentations des enseignants de mathématiques, sciences physiques et chimiques (SPC), sciences de la vie et de la Terre (SVT) et technologie montrent que les représentations des enseignants à propos des DIS ainsi que sur les savoirs disciplinaires, varient en fonction des disciplines. Une relation entre la discipline et les « croyances épistémologiques » a d'ailleurs été mise en évidence dans une étude menée par questionnaires et entretiens auprès de futurs enseignants de sciences, technologie et sciences humaines et sociales au Québec (Therriault et Harvey, 2011). Pour ces différentes raisons, la présente étude porte uniquement sur des enseignants de SVT.

La direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP) du ministère de l'Éducation nationale publie des études statistiques, concernant notamment le personnel, au sein du rapport *Repères et références statistiques* (RERS). Nous avons donc comparé l'ensemble des répondants aux données correspondant à la population de référence fournies par le RERS 2017 (l'étude statistique la plus récente accessible au moment de l'analyse de nos résultats). Les données de référence disponibles concernent les enseignants exerçant en collège et appartenant au groupe de disciplines « Biologie-Géologie » pour l'année 2016/2017, qui enseignent en France métropolitaine ou dans les DOM (N = 14 988). Ce groupe de disciplines contient des enseignants de SVT, mais également des enseignants de disciplines bivalentes telles que sciences naturelles-EPS (Éducation physique et sportive). Cette population contient également les enseignants qui travaillent dans les départements d'outre-mer (DOM), notamment en Guadeloupe ou en Martinique. Comme d'autres auteurs avant nous, notre population de référence réelle est donc surévaluée par rapport à notre population de référence théorique.

2.2 Une méthode d'échantillonnage non probabiliste

La méthode d'échantillonnage utilisée dans le cadre de la présente recherche est non probabiliste. En conséquence, les résultats obtenus à partir de celle-ci ne sont pas généralisables statistiquement, ils sont valables uniquement pour l'échantillon étudié. Néanmoins, notre échantillon, bien que non représentatif statistiquement, est proche de la population de référence (concernant des critères comme le sexe ou l'âge) et permet de mettre en évidence l'existence de phénomènes intéressants pour la recherche en didactique des sciences et la formation des enseignants. Plus spécifiquement, il s'agit d'un échantillonnage accidentel et par réseaux. Il est constitué exclusivement d'enseignants volontaires. À chaque nouvelle étape de recueil de données, les participants donnent leur accord à la poursuite de l'étude (figure 7). Davantage de détails sur les réseaux utilisés sont fournis dans la section consacrée au recueil de données.

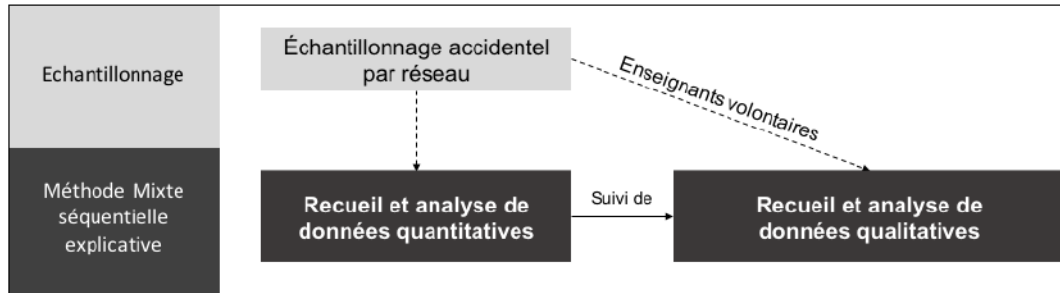


Figure 7 : Méthode d'échantillonnage

Par ailleurs, nous précisons que cette méthode d'échantillonnage peut engendrer un biais lié directement aux enseignants recrutés. En effet, l'échantillon étant constitué uniquement de volontaires, les participants peuvent avoir certaines caractéristiques qui les rendent atypiques de la population de référence. À titre d'exemple, notre échantillon contient une proportion plus importante d'enseignants agrégés par rapport à la population de référence (19,46 % d'enseignants agrégés dans notre échantillon contre 4,65 % dans la population de référence). Nous pouvons également supposer que les enseignants participants ont un rapport à l'objet de l'étude (les démarches d'investigation scientifique) plus positif que ceux n'ayant pas souhaité participer.

2.3 L'échantillon

Cette recherche est réalisée à partir d'un échantillon principal et de trois sous-échantillons emboîtés (figure 8). L'ensemble est obtenu à partir des répondants au questionnaire, outil de recueil des données quantitatives (celui-ci est détaillé dans la prochaine partie).

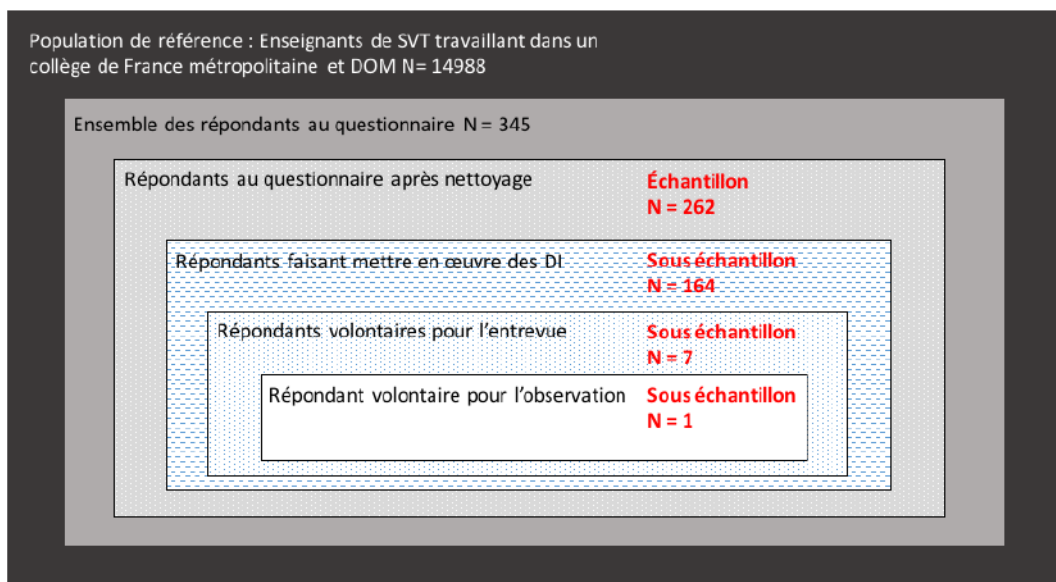


Figure 8 : Représentation des différents échantillons

L'échantillon composé de l'ensemble des répondants après nettoyage est constitué *a posteriori*. En effet, les répondants ne correspondant pas à la population de référence sont exclus de l'étude. Certaines interrogations ont été introduites dans le questionnaire afin de réaliser ce nettoyage. Par exemple, « Dans quel type d'établissement enseignez-vous ? (Autre) » ou « Êtes-vous enseignant, formateur ou autre ? ». Avant le nettoyage, il y avait 345 répondants au questionnaire. Les modifications suivantes ont alors été apportées :

1. Nous avons supprimé les questionnaires qui étaient activés mais qui n'avaient pas été complétés (questionnaires vides), soit 64 répondants. Ces questionnaires avaient été ouverts probablement par des personnes qui voulaient tester l'outil avant de le transmettre (formateurs, universitaires, inspecteurs d'académie, etc.).
2. Nous avons également exclu de l'étude les répondants qui ne correspondaient pas à la population de départ souhaitée, soit 19 répondants (1 retraité ; 1 inspecteur de l'Éducation nationale ; 1 maître de conférences ; 8 personnes qui n'avaient pas d'expérience en collège ; 2 formateurs qui n'étaient plus enseignants ; 2 répondants ayant fourni des données erronées (l'âge annoncé n'était pas en adéquation avec le nombre d'années d'expérience en collège et

en lycée) ; 4 enseignants expatriés de l'Agence pour l'enseignement français à l'étranger).

Le nombre total de répondants après le nettoyage est de 262. Cet ensemble correspond à notre échantillon.

Le premier sous-échantillon est composé de 164 répondants et correspond aux enseignants de l'échantillon principal qui ont déclaré faire mettre en œuvre des DIS par leurs élèves en classe. Le deuxième sous-échantillon est constitué de 7 enseignants qui se sont portés volontaires (lors du questionnaire) pour participer à la suite de l'étude en réalisant une entrevue (détaillée dans la prochaine partie). Et enfin, le troisième sous-échantillon comprend un enseignant qui a souhaité poursuivre l'étude en acceptant l'observation de certaines de ses séances de classe (explicitée dans la partie qui suit). Nous précisons que nous n'entretiens aucune relation professionnelle avec l'ensemble des enseignants de notre recherche.

Dans la suite de notre travail, nous présentons les outils que nous avons utilisés pour collecter les données nécessaires à notre recherche.

3. LA METHODE DE COLLECTE DE DONNEES

Le recueil de données est « un processus grâce auquel on réunit les données nécessaires à une analyse » (Lefrançois, 1991, p. 47). Plus précisément, il s'agit d'un

processus organisé mis en œuvre pour obtenir des informations auprès de sources multiples en vue de passer d'un niveau de connaissance ou de représentation d'une situation donnée à un autre niveau de connaissance ou de représentation de la même situation, dans le cadre d'une action

délibérée dont les objectifs ont été clairement définis, et qui donne des garanties suffisantes de validité. (De Ketele et Roegiers, 1991, p. 16)

C'est ainsi que sont explicités, dans cette troisième partie, les types d'instrumentation utilisés pour recueillir les données, ainsi que la validation de chacun d'eux. Trois types d'instrumentation en cohérence avec l'ensemble de la recherche, et notamment avec les objectifs spécifiques et le type de recherche réalisé, sont mis en œuvre : un questionnaire, des entrevues semi-dirigées et des observations de séances de classe. Le questionnaire permet de recueillir les données quantitatives et les entrevues suivies des observations collectent les données qualitatives. Respectivement, ces outils de recueil de données, de par leurs spécificités (notamment en termes de granularité), apportent des éléments de réponse aux objectifs (a), (b) et (c). De plus, les entrevues permettent de confirmer et d'affiner les résultats obtenus avec le questionnaire, et donc d'approfondir les éléments de réponses concernant l'objectif (a). Les observations, quant à elles, bien que s'appuyant sur un seul enseignant, participent à la confirmation et à l'illustration des résultats issus de l'analyse du questionnaire et des entrevues, et fournissent des pistes de réflexion quant à l'objectif (c) (figure 9).

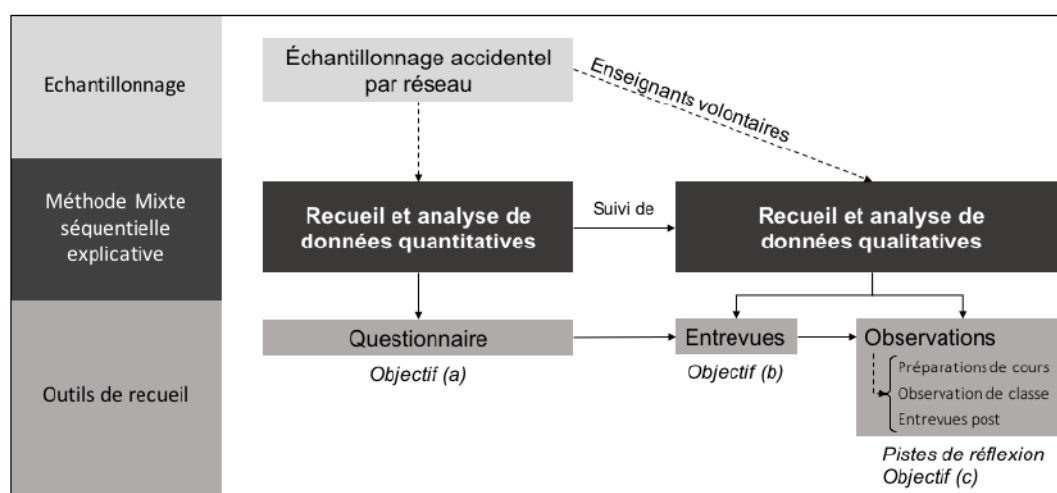


Figure 9 : Représentation du lien entre les types d'instrumentation et le type de la recherche

3.1 Le questionnaire

Le questionnaire est une « technique de prélèvement des données qui consiste à soumettre les sujets à un ensemble contraignant de questions précises, ouvertes ou fermées » (Gagné *et al.*, 1989, p. 176). En nous basant sur cette définition, nous présentons dans les sous-sections qui suivent les détails concernant l'élaboration du questionnaire, la façon dont il a été diffusé et son processus de validation.

3.1.1 *L'élaboration du questionnaire*

Nous rappelons que le questionnaire permet d'apporter des éléments de réponse à l'objectif (a) : identifier l'articulation des démarches d'investigation avec les autres savoirs privilégiés dans les pratiques d'enseignement mises en œuvre par les enseignants. Il s'agit de pratiques d'enseignement déclarées. En conséquence, nous explicitons ici le concept de savoirs disciplinaires et leurs critères associés étudiés à travers le questionnaire, la formulation des questions présentes et l'organisation du questionnaire.

3.1.1.1 *Le concept de savoirs disciplinaires*

Il s'agit, grâce au questionnaire, d'apporter des éléments de réponse à notre objectif spécifique de recherche (a). Le concept à opérationnaliser ici est « savoirs disciplinaires » (tableau 2). Ce tableau reprend les domaines et critères présentés dans le cadre de référence, en précisant les éléments retenus pour le questionnaire associés à des exemples de questions.

Tableau 2 : Le concept de savoirs disciplinaires

Les savoirs disciplinaires visés et mobilisés en SVT			Éléments retenus pour le questionnaire	Exemples de question
	Savoirs conceptuels	Concepts	Connaissances	Quel(s) type(s) de savoirs souhaitez-vous que vos élèves acquièrent lorsqu'ils mettent en œuvre des DIS ?
	Habiletés	Intellectuelles Techniques Syntaxiques	Capacités Eléments de démarches d'investigation scientifique	
	Attitudes	Intellectuelles Comportementales	Attitudes	
	Démarches d'investigation scientifique	Composantes	Formuler un problème. scientifique Proposer une ou des hypothèses. Concevoir et réaliser une ou des expériences. Interpréter des résultats. Communiquer sur ses démarches et ses résultats.	Au niveau de quelle(s) composante(s) des DIS souhaitez-vous que vos élèves acquièrent des connaissances ?
		Processus	Circulaire Linéaire Deux processus linéaires (DIS et autres savoirs séparés) Linéaire sans savoir préalable	Choisissez parmi les schémas proposés ci-dessous celui qui correspond le mieux à l'articulation des DIS avec les autres savoirs que vous faites mettre en œuvre à vos élèves.
		Définition	<i>Question ouverte</i>	Donnez une courte définition qui, selon vous, caractérise le mieux les DIS que vous faites mettre en œuvre par vos élèves en classe.
		Finalités éducatives	<i>Question ouverte</i>	

Ce concept se décline, dans un premier temps, en savoirs visés par les enseignants et en savoirs mobilisés par les élèves. Puis, il se décompose en savoirs conceptuels, habiletés, attitudes et processus d'investigation scientifique. Les habiletés se dissocient en habiletés intellectuelles, techniques et syntaxiques. Les termes plus généraux et d'origine professionnelle utilisés dans le questionnaire sont « capacités » (terme présent dans les programmes scolaires) et « éléments de démarches d'investigation scientifique ». Ces derniers sont des capacités. Cependant, de façon à pouvoir isoler les capacités liées directement aux démarches d'investigation des autres, nous avons utilisé un autre terme pour les distinguer. Les attitudes se décomposent en attitudes intellectuelles et comportementales. Le terme professionnel inscrit dans le questionnaire est « attitudes » (présent dans les programmes scolaires).

Concernant les DIS, leurs composantes ainsi que la forme de leur processus sont retenues. Les composantes sous leur formulation professionnelle sont au nombre de cinq (présentes dans les programmes scolaires) : 1) formuler un problème scientifique, 2) proposer une ou des hypothèses, 3) concevoir et réaliser une ou des expériences, 4) interpréter des résultats, et 5) communiquer sur ses démarches et ses résultats. De façon à ne pas alourdir et compliquer le questionnaire, nous avons fait le choix de ces composantes qui sont présentes dans les programmes scolaires des cycles 3 et 4. Nous sommes consciente, comme explicité dans notre cadre de référence, que ces composantes réduisent considérablement les DIS. Il s'agit ici uniquement de démarches hypothético-déductives de type expérimental. Cependant, nous pouvons percevoir, sans contraindre leur choix, à travers les deux questions ouvertes, comment les répondants perçoivent les DIS qu'ils font mettre en œuvre en classe. De plus, les enseignants qui participent à la suite de l'étude (entrevue et observation) ont l'occasion de décrire des DIS de façon plus large, comme l'observation sans expérimentation. Par ailleurs, nous précisons que le lien entre les DIS et la conceptualisation s'effectue au travers de questions croisées du questionnaire telles que : « Au niveau de quelle(s) composante(s) des DIS souhaitez-vous que vos

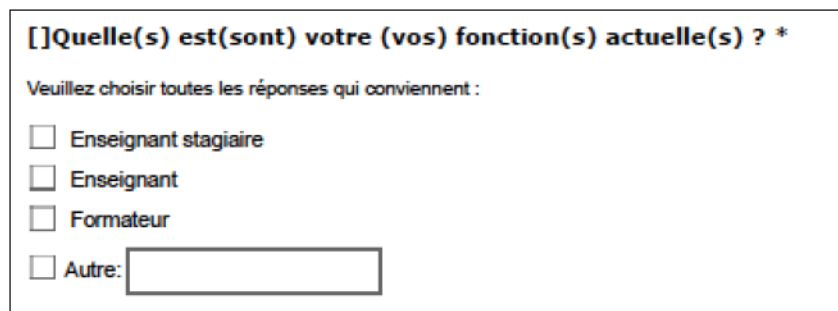
élèves acquièrent des connaissances ? », mais aussi à partir des questions ouvertes. Nous avons évité d'inscrire une composante comme celle énoncée dans notre cadre de référence (Formulation d'énoncés scientifiques) de façon à ne pas trop orienter la réponse des enseignants.

Quatre formes de processus sont proposées : circulaire, linéaire, deux processus linéaires séparés (un processus linéaire pour les DIS et un second sans lien avec le premier pour les autres savoirs disciplinaires) et linéaire sans savoir préalable (voir annexe B). Ces différents processus sont construits *a priori* à partir d'articles de recherche (Hasni, et Samson, 2007 ; Hasni, 2009 ; Marlot, 2009 ; Martinez Barrera, De Hosson et Décamp, 2015 ; Marlot et Morge ; 2016) et de textes institutionnels (MEN, 2008) portant sur la mise en œuvre des DIS en classe. La première forme de processus (circulaire), que nous retenons pour caractériser les DIS dans notre cadre de référence, est notamment formulée par Hasni (2009). La deuxième (linéaire) correspond à la forme la plus souvent décrite dans les programmes scolaires français et par les chercheurs, lors d'observations et d'analyses de séances de classe. La troisième forme, composée de deux processus linéaires séparés (un pour les DIS et un pour les autres savoirs qui composent la structure disciplinaire), permet de mettre en évidence la possibilité d'une non-articulation entre les DIS et les autres savoirs. Enfin, la dernière donne l'occasion aux enseignants de se positionner sur la place des savoirs préalablement acquis par les élèves lors des DIS (nous pouvons notamment citer : Hasni et Samson, 2007, 2008 ; Hasni, Belletête et Potvin, 2018). Pour terminer, à travers deux questions ouvertes, les répondants ont la possibilité d'exprimer ce que sont pour eux les DIS et d'expliquer leurs finalités éducatives.

L'ensemble des termes professionnels nommés ci-dessus sont présents à la fois dans les questions et dans les réponses proposées aux répondants.

3.1.1.2 La formulation des questions et des réponses

Le questionnaire contient 29 questions dont deux questions ouvertes. Le choix de restreindre le nombre de ces dernières s'explique par la volonté de limiter l'effort demandé aux répondants afin d'obtenir un plus grand nombre de réponses. Les 27 questions fermées comprennent une liste préétablie de réponses possibles (exemple, figure 10), tandis que les deux questions ouvertes permettent aux répondants de rédiger un texte à partir de leur propre réflexion. Les questions ouvertes portent sur la définition des DIS mises en œuvre en classe et sur les raisons de la mise en œuvre de ces démarches.



[]Quelle(s) est(sont) votre (vos) fonction(s) actuelle(s) ? *

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- ☐ Enseignant stagiaire
- ☐ Enseignant
- ☐ Formateur
- ☐ Autre:

Figure 10 : Extrait du questionnaire donnant en exemple une question fermée

Les questions sont formulées en utilisant le vocabulaire professionnel d'usage courant de façon à ce qu'elles puissent être appréhendées par le maximum de répondants. Celles-ci sont courtes, le plus neutre possible et ne comportent qu'une seule idée à la fois pour éviter les incompréhensions ou les ambiguïtés. Cependant, nous rappelons que ce questionnaire permet de recueillir les pratiques déclarées des enseignants de SVT. Les questions portant sur les DIS sont donc rédigées dans ce sens. Par exemple : « Donnez une courte définition qui, selon vous, caractérise le mieux les démarches d'investigation scientifique que vous faites mettre en œuvre par vos élèves en classe. » ou « À quelle fréquence estimez-vous faire mettre en œuvre en classe des démarches d'investigation par vos élèves ? ». Il s'agit d'orienter les réponses des répondants préférentiellement vers leurs pratiques d'enseignement et non seulement vers leurs représentations. De plus, certains mots sont notés en rouge au sein des phrases de façon à les faire ressortir et donc à

maintenir l'attention des répondants sur le concept étudié à travers la question. À titre d'exemple, nous pouvons citer : « Quel(s) type(s) de savoirs souhaitez-vous que vos élèves **acquièrent** lorsqu'ils mettent en œuvre des démarches d'investigation ? ». La question porte ici sur les savoirs visés par l'enseignant.

Plusieurs questions (6 sur un total de 29) sont posées aux enseignants pour approcher la notion de DIS mises en œuvre en classe. En effet, nous considérons comme Lazarsfeld (cité par de Singly, 2016, p. 56) que « la relation entre chaque indicateur et le concept fondamental étant définie en termes de probabilité et non de certitude, il est indispensable d'utiliser autant que possible un grand nombre d'indicateurs ». Par exemple (figure 11) :

* Lors de votre enseignement considérez-vous les démarches d'investigation comme :					
	Complètement d'accord	Plutôt d'accord	Ni en accord ni en désaccord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
Une démarche permettant aux élèves de construire des savoirs nouveaux	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Un savoir que les élèves doivent acquérir	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Une méthode d'enseignement	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figure 11 : Extrait du questionnaire

Certaines phrases correspondent à des questions filtres. Ces dernières évitent de poser des questions qui ne s'appliquent pas à la personne interrogée, limitant ainsi la lassitude des répondants. La question « Les contraintes inhérentes à la classe et/ou à l'établissement scolaire (hétérogénéité des élèves, durée des cours, matériel, etc.) vous permettent-elles de faire mettre en œuvre entièrement ou partiellement des démarches d'investigation scientifique par vos élèves ? » donne la possibilité aux enseignants qui répondent « oui » d'avoir accès aux questions

suivantes portant sur les DIS. Dans le cas contraire, le questionnaire prend fin. Par ailleurs, nous précisons que la formulation de cette question a pour objectif de déculpabiliser les enseignants concernant la mise en œuvre des démarches d'investigation en classe, leur laissant ainsi la possibilité de répondre « non ».

Concernant plus précisément les réponses aux questions fermées, plusieurs formes sont présentes dans ce questionnaire : des formes dichotomiques telles que oui/non ou féminin/masculin, des formes multiples à réponse unique (exemple : les différentes tranches d'âges proposées pour répondre à la question « Quel est votre âge ? ») et des formes multiples à réponses multiples (exemple : les fonctions possibles et non exclusives « enseignant stagiaire », « enseignant » et « formateur » pour répondre à la question : « Quelle(s) est(sont) votre (vos) fonction(s) actuelle(s) ? »). Certaines questions font appel à des réponses sous formes multiples à réponse unique en utilisant des échelles de Likert. Par exemple (figure 12) :

[] Lorsque vos élèves mettent en œuvre des démarches d'investigation souhaitez-vous qu'ils mobilisent des savoirs préalablement acquis ?

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ Toujours
- ☐ Souvent
- ☐ Parfois
- ☐ Rarement
- ☐ Jamais

Figure 12 : Extrait du questionnaire montrant une question avec réponse utilisant une échelle de Likert

Cette échelle permet de demander aux répondants un degré d'accord ou de désaccord, ou une fréquence. Ainsi, dans l'exemple ci-dessus, les choix des répondants correspondent aux catégories suivantes : « Toujours », « Souvent », « Parfois », « Rarement » et « Jamais ». Nous avons fait le choix, dans la présente recherche, d'échelles à cinq points. En effet, sans nier la possibilité de créer une valeur refuge, comme d'autres auteurs, nous pensons que les répondants qui ne possèdent pas une idée précise de la réponse à apporter doivent avoir une option

pour exprimer cette attitude. (Bradburn, Sudman, Wansink, 2004 ; Ifé, 2011). Il s'agit dans l'exemple ci-dessus de la réponse « Parfois ». Par ailleurs, les catégories proposées pour les réponses sont équilibrées de manière à assurer la neutralité des questions. Dans l'exemple précédent, deux catégories offrent une fréquence importante et deux autres catégories correspondent à des fréquences faibles ou inexistantes.

Pour les questions ouvertes, les répondants ont la possibilité de rédiger un texte de plusieurs lignes.

3.1.1.3 L'organisation du questionnaire

Le questionnaire rédigé en français comprend une introduction qui précise le titre, les auteurs, ainsi que les modalités de participation à la recherche. Tout particulièrement, ce préambule explicite la dimension éthique concernant la collaboration des répondants. Celui-ci est suivi de cinq parties (voir annexe C) :

1. Les caractéristiques personnelles (huit questions). Cette partie contient un ensemble de questions portant notamment sur le sexe, l'âge, la fonction, la formation, le concours ou encore le type d'établissement dans lequel exerce le répondant. Elle permet de caractériser l'échantillon et de le comparer à la population de référence pour en éprouver sa représentativité. Elle offre également la possibilité de vérifier la recevabilité des répondants comme pouvant faire partie de l'échantillon. Par exemple, les enseignants qui notent n'avoir aucune expérience en collège sont exclus de la présente recherche.
2. Les démarches d'investigation scientifique (six questions). Cette partie regroupe les questions permettant de caractériser les démarches d'investigation que les répondants font mettre en œuvre en classe par leurs élèves. Par exemple : « Donnez une courte définition qui, selon vous, caractérise le mieux les démarches d'investigation scientifique que vous faites mettre en œuvre par vos élèves en classe ». La première question sert de filtre pour les questions

suivantes : « Les contraintes inhérentes à la classe et/ou à l'établissement scolaire (hétérogénéité des élèves, durée des cours, matériel, etc.) vous permettent-elles de faire mettre en œuvre entièrement ou partiellement des démarches d'investigation scientifique par vos élèves ? ». Les enseignants qui répondent « non » à cette question ne poursuivent pas le questionnaire.

3. Les démarches d'investigation scientifique et les savoirs à acquérir par les élèves (cinq questions). Il s'agit de connaître le ou les types de savoirs que les répondants souhaitent que leurs élèves acquièrent lorsqu'ils mettent en œuvre des DIS et au niveau de quelle(s) composante(s) de ces démarches.
4. Les démarches d'investigation scientifique et les savoirs préalablement acquis par les élèves (huit questions). L'objectif principal de cette partie est de mettre en évidence le ou les types de savoirs que les répondants souhaitent que leurs élèves mobilisent lorsqu'ils mettent en œuvre des DIS et à quel(s) moment(s) de ces démarches.
5. La suite de la recherche : entrevue (deux questions). Cette partie permet de connaître les enseignants volontaires pour participer à une entrevue et de recueillir leur mail pour les contacter.

3.1.2 *La diffusion du questionnaire*

Le logiciel Lime Survey a été utilisé pour la construction du questionnaire diffusé ensuite par voie électronique. Le logiciel a été paramétré avant la création du questionnaire, notamment pour :

- Le contrôle d'accès

Des cookies sont utilisés pour éviter que les répondants participent plusieurs fois. Ces derniers ont la possibilité de sauvegarder un questionnaire partiellement complété. Les réponses qui ne peuvent pas être imprimées par les répondants sont également datées.

- L'anonymat

Les réponses au questionnaire sont anonymes. Elles ne contiennent ni l'adresse IP (*Internet Protocol*) ni l'URL (*Uniform Resource Locator*) de provenance. Seule la dernière question qui nous permet de connaître les répondants volontaires pour participer à la suite de l'étude, demande à ces enseignants de fournir une adresse mail dans l'objectif de les contacter.

- La présentation

Les questions sont présentées groupe par groupe. Une barre de progression est visible.

Le questionnaire était ouvert du 17 mai au 15 juillet 2017, pour une durée d'environ huit semaines. En effet, nous avons compté entre six et huit semaines pour espérer avoir un retour satisfaisant (Gauthier, 2010). Le lien vers le questionnaire accompagné d'un courrier adressé aux enseignants de SVT travaillant dans un collège en France métropolitaine (voir annexe D) a été transmis en utilisant différents réseaux. Les répondants ont été sollicités par l'intermédiaire du réseau des enseignants associés à l'ARDiST (Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies). La diffusion de l'information a également été réalisée auprès d'associations professionnelles (AFPSVT, APBG) et d'une association syndicale (SNES). Le circuit institutionnel des Inspecteurs Pédagogiques Régionaux a été utilisé pour diffuser l'information aux enseignants formateurs des ESPE. Cette transmission *via* ce circuit était indirecte, dans le but de minimiser l'influence des prescriptions institutionnelles sur les réponses. L'existence de l'enquête a aussi été annoncée sur un groupe professionnel privé présent sur Facebook, le groupe SVT 44 et sur le forum SVT de Toulouse (annexe E). Par ailleurs, le questionnaire a été transmis directement à un groupe d'enseignants de SVT de l'enseignement privé, chargé de le relayer. Au moins deux relances auprès de ces différents réseaux ont été effectuées durant la période de mise en ligne du questionnaire.

Ce mode de diffusion facilite la passation en l'absence d'une base de sondage requérant un moyen de contact des enquêtés, ou face à la solution consistant à relayer l'information par voie hiérarchique auprès d'établissements échantillonnés. Par rapport aux enquêtes par téléphone, cette méthode présente l'avantage d'être moins contraignante pour les répondants, de minimiser les biais liés à l'intervention de l'enquêteur (Ganassali et Moscarola, 2002) et de garantir au répondant l'anonymat, ce qui le libère de tout jugement direct sur ses réponses. Ce dernier élément nous paraissait très important dans un contexte où les instructions officielles sont nombreuses, fortement prescriptives et parfois sources de polémiques dans la communauté enseignante. En contrepartie, avec cette solution, l'échantillon des répondants ne peut être maîtrisé (absence d'échantillonnage probabiliste), ce qui induit une non-représentativité au regard des caractéristiques sociodémographiques de la population de référence. Les caractéristiques de l'échantillon de répondants ont seulement été comparées avec des données globales disponibles sur la population de référence une fois les données récoltées. Cette comparaison *a posteriori* (voir partie Analyse des résultats) permet de vérifier que notre échantillon n'est pas être fortement biaisé relativement à ces caractéristiques. Elle montre essentiellement une surreprésentation des enseignants agrégés.

3.1.3 *La validation du questionnaire*

La validité, ici, « désigne le degré selon lequel un instrument reflète bien ce qu'il est censé mesurer » (Fortin et Gagnon, 2016). Il s'agit de vérifier la validité de contenu de notre instrument. Celle-ci a trait au caractère représentatif des questions qui servent à mesurer notre concept, « les savoirs disciplinaires ». Cette validité est donc directement liée à notre cadre de référence ainsi qu'à l'opérationnalisation du concept et s'obtient par un accord interjuges. Ainsi, deux experts didacticiens des sciences ont examiné chacune des questions à plusieurs reprises avant qu'un consensus soit donné pour valider le contenu du questionnaire.

De plus, la validité de notre questionnaire a été vérifiée empiriquement avant de procéder à l'enquête proprement dite. Un prétest a donc été administré à une dizaine d'enseignants faisant partie de la population étudiée. Ces enseignants avaient pour consignes de répondre au questionnaire en ligne et ensuite d'envoyer par mail leurs remarques sur la compréhension des questions et des réponses proposées ; sur la forme et la longueur du questionnaire ; sur son accessibilité et également sur tout autre élément jugé nécessaire. Les remarques portaient essentiellement sur la longueur du questionnaire et sur la complexité des questions. Nous avons donc réduit le nombre de questions et de parties du questionnaire. Il comprenait au départ une cinquantaine de questions (au lieu de 29 dans la version finale) et sept parties (au lieu de 5). Nous avons également simplifié la formulation des questions en diminuant la longueur des phrases et en rendant le vocabulaire employé plus accessible. Des exemples, concernant les savoirs disciplinaires convoqués dans les questions, sont énoncés entre parenthèses afin de les illustrer et donc de les rendre plus concrets. De plus, certains éléments sont notés en rouge afin d'attirer l'attention des répondants sur le type de savoirs disciplinaires sollicité (figure 13).

[] Au niveau de quelle(s) composante(s) des démarches d'investigation souhaitez-vous que vos élèves **acquière des connaissances (exemple : les échanges gazeux réalisés par les organes)** :⁴

Figure 13 : Extrait du questionnaire

En conclusion, le questionnaire a permis d'interroger les pratiques des enseignants de SVT au sujet de l'articulation des savoirs disciplinaires en jeu lors de mises en œuvre en classe d'investigation scientifique. Le point de vue apporté par ces déclarations est général dans le sens où nous ne nous intéressons pas ici à des savoirs particuliers, par exemple des savoirs liés au concept de digestion. Les questions ne sont pas formulées pour obtenir des réponses sur des pratiques liées à des séances de classe précises. En effet, le prétest du questionnaire qui faisait appel à ces pratiques spécifiques est apparu trop complexe pour les répondants (présence de préparations de séance nécessaires, remémoration compliquée, etc.). Nous avons

donc obtenu des données pour apporter des éléments de réponses à notre objectif (a) qui correspond au « quoi enseigner ».

3.2 Les entretiens individuelles semi-dirigées

L'entretien (différentes formes) constitue l'un des dispositifs les plus utilisés dans les sciences humaines et sociales pour recueillir le discours des individus sur leurs propres actions, valeurs ou croyances (Poupart, 1997). Qu'elles soient individuelles ou de groupe, dirigées (avec protocole fixe et fermé), libres ou semi-dirigées, les entretiens sont un moyen de collecte de données qui comporte de nombreux avantages dans la mesure où elles incitent à répondre, à parler du vécu de la personne interviewée et de son quotidien (De Bruyne, Herman et De Schoutheete, 1974). Elles permettent de repérer des extraits de ce que les personnes disent, notamment sur leurs expériences, leurs attitudes ou leurs croyances. En fait, l'entretien représente un moyen d'engager une personne « à dire ce qu'elle pense, à décrire ce qu'elle a vécu ou ce qu'elle vit, ou ce dont elle a été témoin » (Poupart, 1997, p. 185-186).

En nous appuyant sur les arguments avancés par Poupart, nous considérons que, d'un point de vue épistémologique, le recours à l'entretien individuelle s'avère nécessaire pour appréhender des pratiques d'enseignement, en lien avec l'articulation des DIS et les autres savoirs disciplinaires. Elle permet d'obtenir des données plus approfondies et complémentaires avec le questionnaire. De plus, d'un point de vue méthodologique, cet outil constitue « un instrument privilégié d'accès à l'expérience des acteurs » (*Ibid.*, p. 174). Ainsi que le rappellent Quivy et Van Campenhoutt (1995), l'un des objectifs pour lesquels cette méthode convient particulièrement est « l'analyse du sens que les acteurs donnent à leurs pratiques et aux événements auxquels ils sont confrontés : leurs systèmes de valeurs, leurs repères normatifs, leurs interprétations de situations conflictuelles ou non, leurs lectures de leurs propres expériences, etc. » (p. 196).

Puisque dans le cadre de cette recherche doctorale nous nous intéressons aux pratiques mises en œuvre par les enseignants de SVT, l'entrevue individuelle de type semi-dirigé représente, à notre sens, une méthode de collecte de données à privilégier. Savoie-Zajc (2006) définit l'entrevue semi-dirigée comme

une interaction verbale animée de façon souple par le chercheur. Celui-ci se laissera guider par le rythme et le contenu unique de l'échange dans le but d'aborder, sur un mode qui ressemble à celui de la conversation, les thèmes généraux qu'il souhaite explorer avec le participant à la recherche. (p. 296)

L'entrevue semi-dirigée se situerait alors à mi-chemin entre l'entrevue structurée (avec protocole fixe, standardisé) et l'entrevue libre (généralement sans protocole d'entrevue). Le recours à ce type d'entrevue représente sans doute un moyen adapté pour saisir les pratiques d'enseignement dans la mesure où elle incite à parler du vécu et du quotidien (De Bruyne *et al*, 1974) et vise à une compréhension plus approfondie du phénomène à l'étude, comme c'est le cas dans la présente recherche. Elle permet également « de comprendre le sens d'un phénomène [...] tel que perçu par les participants [...] » (Savoie-Zajc, 1997, p. 263). L'utilisation d'une entrevue individuelle semi-dirigée vise donc la compréhension riche d'un phénomène, une compréhension ancrée dans le point de vue et le sens que les participants donnent à leur réalité (Savoie-Zajc, 2004). Elle constitue ainsi un outil important pour le recueil des données complémentaires au questionnaire dans la mesure où elle permet de rendre plus explicite ce que le sujet pense de son action et qui ne peut pas être dégagé directement par le questionnaire (des intentions visées, des motifs, des craintes, etc.) (Lessard-Hébert, Goyette et Boutin, 1995).

3.2.1 *Le guide d'entrevue*

Le guide d'entrevue est construit à partir du cadre de référence et des résultats de l'analyse des données provenant du questionnaire. Les objectifs sont d'apporter des éléments de réponse à notre deuxième objectif spécifique qui porte

sur les dispositifs procéduraux et instrumentaux mis en œuvre par les enseignants pour articuler les DIS avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire, mais aussi de confirmer et d’approfondir les résultats obtenus avec notre premier instrument de mesure.

Nous précisons, tout d’abord, les concepts étudiés à travers ces entrevues, puis nous explicitons l’élaboration des questions présentes dans le guide, pour terminer par la présentation organisationnelle de ce dernier.

3.2.1.1 Les concepts de savoirs disciplinaires et de dispositifs

Les concepts à opérationnaliser pour les entrevues sont ceux de « savoirs disciplinaires » (comme pour le questionnaire) et de « dispositifs ». Ayant déjà détaillé précédemment les savoirs disciplinaires visés et mobilisés en SVT, nous explicitons principalement, dans cette sous-section, les dispositifs (tableau 3). Nous précisons, toutefois, que les composantes des DIS retenues ici comme critères, permettent une caractérisation plus large de ces démarches (et pas seulement des démarches expérimentales avec formulation d’hypothèses). Comme précédemment, des exemples de questions sont insérés dans le tableau. Nous rajoutons que les cases grisées du tableau ci-dessous (tableau 3) correspondent aux éléments nouveaux recueillis par les entrevues.

Tableau 3 : Représentation des concepts étudiés à travers les entretiens

			Éléments retenus pour les entretiens	Exemples de question
Les savoirs disciplinaires visés et mobilisés en SVT	Savoirs conceptuels	Concepts	Connaissances, notions	
	Habiletés	Intellectuelles Techniques Syntaxiques	Capacités Éléments de démarches d'investigation scientifique	
	Attitudes	Intellectuelles Comportementales	Attitudes	
	Démarche d'investigation scientifique	Composantes	Formuler un problème scientifique. Planifier et mettre en œuvre l'investigation scientifique (démarches expérimentales, observation, etc.). Formuler des énoncés scientifiques.	
		Processus	Circulaire Linéaire Deux processus linéaires (DI et autres savoirs séparés) Linéaire sans savoir préalable	
Les dispositifs	Instrumentaux	Pédagogiques	Matériels sans lien avec les SVT comme le tableau, le vidéoprojecteur, le cahier, etc.	Avez-vous utilisé ou fait utiliser du matériel pour que vos élèves acquièrent ces connaissances ? Quelle organisation de la classe avez-vous mise en place à ce moment-là ? Quel est votre rôle à ce moment-là ?
		Didactiques	Matériel en lien avec les SVT comme le matériel de laboratoire.	
	Procéduraux	Organisationnels	L'organisation de la classe.	
		Niveau de mise en œuvre des démarches d'investigation scientifique (confirmatoire, structurée, guidée, ouverte)	Degré de connaissance par les élèves de la réponse au problème. Formulation du problème. Proposition du protocole. Réalisation du protocole. Analyse, interprétation et formulation d'énoncés scientifiques.	

Les dispositifs étudiés dans la présente recherche à travers les entrevues semi-dirigées sont les dispositifs instrumentaux et procéduraux au sens de Lenoir (2014). Nous nous intéressons aux dispositifs instrumentaux pédagogiques, c'est-à-dire à l'ensemble des moyens matériels utilisés par l'enseignant et/ou les élèves sans lien direct de nécessité avec les objets de savoir traités, et aux dispositifs instrumentaux didactiques qui sont quant à eux liés spécifiquement à la discipline des SVT. À titre d'exemple, les premiers dispositifs peuvent être le tableau, le cahier de l'élève ou encore le vidéoprojecteur, et les dispositifs instrumentaux didactiques correspondent au matériel de laboratoire, au manuel scolaire, aux expériences virtuelles, etc. Nous nous attachons également à identifier les dispositifs procéduraux d'ordre organisationnel comme le choix de faire travailler les élèves en groupes ou de façon individuelle, et aux dispositifs procéduraux didactiques que sont les démarches d'enseignement-apprentissage utilisées par les enseignants pour que leurs élèves mettent en œuvre en classe des DIS. En ce qui concerne ce dernier point, nous nous intéressons particulièrement au niveau de mise en œuvre de ces DIS (confirmatoire, structurée, guidée, ouverte) (tableau 4). Ce niveau de mise en œuvre est apprécié au travers des éléments suivants :

- le degré de connaissance par les élèves de la réponse au problème ;
- la formulation du problème ;
- la proposition du protocole ;
- la réalisation du protocole ;
- l'analyse, l'interprétation et la formulation d'énoncés scientifiques.

Tableau 4 : Les différents niveaux d'investigation scientifique (Windschitl, 2003)
adaptés par la CRIJEST¹⁴

	Investigation confirmatoire	Investigation structurée	Investigation guidée	Investigation ouverte
Degré de connaissance par les élèves de la réponse au problème	Explication préalable par l'enseignant	Absent ou faible (à construire)	Absent ou faible (à construire)	Absent ou faible (à construire)
Formulation du problème	Par l'enseignant	Par l'enseignant	Par l'enseignant	Engagement des élèves
Proposition du protocole	Par l'enseignant	Par l'enseignant	Engagement des élèves	Engagement des élèves
Réalisation du protocole	Contrôlé par l'enseignant	Contrôlé par l'enseignant	Engagement des élèves	Engagement des élèves
Analyse, interprétation et formulation d'énoncés scientifiques	Savoir fourni au préalable	Engagement des élèves	Engagement des élèves	Engagement des élèves

3.2.1.2 L'élaboration des questions

Le guide d'entrevue, entièrement construit pour cette recherche, contient 28 questions dont 7 sont fermées et 21 sont ouvertes (annexe F). Les questions fermées correspondent à des questions filtres. Par exemple, à la question « Est-ce qu'il y a des connaissances (savoirs conceptuels) que vous souhaitiez que vos élèves acquièrent lors de cette séance/séquence ? », si les enseignants répondent « non », l'interviewer passe directement à la partie suivante ; en revanche, si les enseignants répondent « oui » des précisions leur sont alors demandées « Quelles sont les connaissances (savoirs conceptuels) que vous souhaitiez que vos élèves acquièrent lors de cette séance/séquence ? ».

Par ailleurs, comme pour l'élaboration des questions présentes dans le questionnaire, celles des entrevues sont formulées avec précision en utilisant le vocabulaire professionnel d'usage courant, de façon à ce qu'elles puissent être appréhendées par le maximum de répondants. Elles sont courtes, le plus neutre possible et ne comportent qu'une seule idée à la fois pour éviter les incompréhensions ou les ambiguïtés. Cependant, nous rappelons de nouveau que

¹⁴ CRIJEST : Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie.

les entrevues permettent ici de recueillir les pratiques déclarées des enseignants de SVT à propos de séances récemment mises en œuvre en classe. Les questions sont donc rédigées dans ce sens et portent sur une séance ou séquence précise, choisie par l'enseignant. Elles donnent aux enseignants la possibilité de décrire une séance ou une séquence qu'ils ont réalisée quelques jours ou semaines plus tôt. Par exemple : « Quelles sont les connaissances (savoirs conceptuels) préalables que vous souhaitiez que vos élèves mobilisent lors de cette séance/séquence ? ».

3.2.1.3 *L'organisation du guide*

Le guide d'entrevue est constitué d'une introduction puis de cinq parties. La structure du guide n'est pas construite suivant la dichotomie savoirs disciplinaires/dispositifs. En effet, il est organisé dans l'objectif d'une bonne compréhension des interviewés, préférant le fil conducteur des savoirs visés et des savoirs mobilisés. L'introduction contient notamment un rappel du sujet de la recherche, la durée de l'entrevue et l'autorisation d'enregistrement. Cette introduction permet de démarrer l'entrevue en mettant en confiance l'interviewé, d'obtenir l'autorisation d'enregistrer le discours et de s'assurer que l'enseignant a bien compris que l'entrevue porte sur une séance ou une séquence spécifique.

Extrait du guide d'entrevue

Je vous remercie d'avoir accepté cette entrevue.
 Elle va durer 30 min environ.
 Est-ce que vous m'autorisez à enregistrer notre conversation ?
 Je vous rappelle que notre entrevue va reposer sur la séance/séquence de cours que vous avez choisie en lien avec les démarches d'investigation scientifique. Est-ce que vous avez cette séance/séquence avec vous ?
 Quand vous êtes prêt, nous allons commencer.

La première partie du guide concerne le choix effectué par l'enseignant au sujet de la séance/séquence sur laquelle porte ensuite l'ensemble des questions de l'entrevue. Cette partie contient cinq questions qui permettent de situer et d'explicitier la séance/séquence.

Extrait du guide d'entrevue

Partie 1 : choix de la séance/séquence

- 1/Quelle séance/séquence avez-vous choisie pour cette entrevue ?
- 2/À quel niveau scolaire s'adresse-t-elle ?
- 3/Quand est-ce que vous l'avez mise en œuvre en classe ?
- 4/Pourquoi l'avez-vous choisie ?
- 5/Pourriez-vous me la décrire le plus précisément possible ?

La deuxième partie porte sur les savoirs conceptuels visés et les dispositifs associés. Elle contient huit questions dont quatre concernant les dispositifs. Ces questions donnent des informations quant aux savoirs conceptuels visés par l'enseignant lors de cette séance/séquence, ainsi que sur leur articulation avec les DIS. Elles fournissent également des éléments sur les dispositifs instrumentaux et procéduraux utilisés par les enseignants et les élèves.

Extrait du guide d'entrevue

Partie 2 : les savoirs conceptuels visés et les dispositifs

- 6/ Est-ce qu'il y a des connaissances (savoirs conceptuels) que vous souhaitez que vos élèves acquièrent lors de cette séance/séquence ?
Si oui :
 - 7/Quelles sont les connaissances (savoirs conceptuels) que vous souhaitez que vos élèves acquièrent lors de cette séance/séquence ?
 - 8/À quel(s) moment(s) des DI souhaitez-vous que vos élèves acquièrent ces connaissances ?
 - 9/Avez-vous utilisé ou fait utiliser du matériel pour que vos élèves acquièrent ces connaissances ?
 - Pédagogiques (tableau, vidéo projecteur, cahier...) :
 - Didactiques (matériel de laboratoire, expérience virtuelle, le manuel...) :
 - 10/Quelle organisation de la classe avez-vous mise en place (groupes/spatiale) à ce moment-là ?
 - 11/Quel est votre rôle à ce moment-là ?
 - 12/Que font les élèves à ce moment-là ?
 - 13/Vos élèves réutilisent-ils ou retravaillent-ils ces connaissances par la suite ?
Si oui :
 - 13-1/À quel moment ?
 - 13-2/Dans quel objectif ?

La troisième partie interroge les savoirs conceptuels mobilisés et les dispositifs. Elle contient, comme la partie précédente, huit questions dont quatre portant sur les dispositifs. Ces questions donnent des informations quant aux savoirs conceptuels mobilisés par les élèves lors de cette séance/séquence, ainsi que sur leur articulation avec les DIS. Elles fournissent également des éléments sur les dispositifs instrumentaux et procéduraux utilisés par les enseignants et les élèves.

Extrait du guide d'entrevue

Partie 3 : les savoirs conceptuels mobilisés et les dispositifs

14/Est-ce qu'il y a des connaissances (savoirs conceptuels) préalables que vous souhaitiez que vos élèves mobilisent lors de cette séance/séquence ?

Si oui :

15/Quelles sont les connaissances (savoirs conceptuels) préalables que vous souhaitiez que vos élèves mobilisent lors de cette séance/séquence ?

16/D'où proviennent ces connaissances préalables ?

17/Avez-vous mis en place une activité pour que vos élèves mobilisent ces connaissances ?

Si oui :

17-1/Pourriez-vous me décrire cette activité ?

18/À quel(s) moment(s) des DIS souhaitiez-vous que vos élèves mobilisent ces connaissances ?

19/Avez-vous utilisé ou fait utiliser du matériel pour que vos élèves mobilisent ces connaissances ?

Quels matériels ?

- Pédagogiques (tableau, vidéo projecteur, cahier...) :

- Didactiques (matériel de laboratoire, expérience virtuelle, le manuel...) :

20/Quelle organisation de la classe avez-vous mise en place (groupes/spatiale) à ce moment-là ?

21/Quel est votre rôle à ce moment-là ?

22/Que font les élèves à ce moment-là ?

La quatrième partie porte sur le processus d'investigation scientifique et comprend deux questions. Il s'agit d'obtenir des précisions sur le choix effectué par les enseignants concernant les processus proposés dans le questionnaire qui correspond le mieux aux DIS mises en œuvre en classe lors de leur enseignement.

Extrait du guide d'entrevue

Partie 4 : le processus d'investigation scientifique

Je vous ai transmis par mail, il y a quelques minutes, le schéma que vous avez choisi lors du questionnaire pour répondre à la question suivante : « Choisissez parmi les schémas proposés ci-dessous celui qui correspond le mieux aux démarches d'investigation mises en œuvre en classe lors de votre enseignement ».

23/Pouvez-vous me décrire le schéma ?

24/Pourquoi avez-vous choisi celui-là ?

La dernière partie permet de clore l'entrevue en sollicitant des enseignants une brève analyse réflexive de la séance/séquence présentée à travers quatre questions. Les difficultés éventuellement rencontrées par l'enseignant et ses élèves (perçues par l'enseignant) lors du déroulement de la séance/séquence sont demandées.

Extrait du guide d'entrevue

Partie 5 : Réflexion de l'enseignant sur sa séance/séquence

25/Est-ce que vous souhaiteriez modifier quelque chose de votre séance/séquence ?

Si oui :

25-1/Quoi ?

25-2/Pourquoi ?

26/Avez-vous rencontré des difficultés lors de la mise en œuvre de cette séance/séquence ?

Si oui :

26-1/Lesquelles ?

27/Les élèves ont-ils rencontré des difficultés lors de cette séance/séquence ?

Si oui :

27-1/Lesquelles ?

28/Avez-vous des informations ou des commentaires dont vous aimeriez me faire part ?

Je vous remercie beaucoup pour le temps que vous m'avez accordé.

Une dernière question, non incluse dans les cinq parties décrites précédemment, a été posée aux enseignants interviewés dans le but de connaître leur intention de poursuivre ou non l'étude par une observation.

3.2.2 La conduite des entrevues

3.2.2.1 La préparation de l'entrevue

Les entrevues ont été réalisées avec 8 enseignants volontaires. Au départ, lors de l'analyse des données provenant du questionnaire, 36 enseignants avaient déclaré être volontaires pour participer à la suite de la recherche et avaient fourni une adresse mail pour les contacter. Nous avons donc envoyé un message le 27 septembre 2017 à ces enseignants (voir annexe G). Le texte comprenait un premier paragraphe de remerciements, un second qui rappelait la confidentialité des données (les enseignants sont identifiés à partir d'un numéro) et l'entière liberté de participer ou non à la recherche. Les paragraphes suivants donnaient les consignes de l'entrevue, ainsi qu'un lien internet vers un sondage en ligne (Doodle) pour organiser les rendez-vous des entrevues. Certaines phrases étaient notées en gras de façon à appuyer les propos et d'autres étaient inscrites en rouge pour attirer l'attention des enseignants sur des éléments importants.

Extrait du courriel envoyé aux enseignants volontaires pour l'entrevue

Afin de préparer au mieux l'entrevue, nous vous rappelons qu'il s'agit d'une entrevue téléphonique d'une **durée moyenne de 30 minutes**. Néanmoins, de façon à ne pas se sentir mal à l'aise vis-à-vis de cette durée et à pouvoir échanger librement, il est nécessaire de prévoir un temps dégagé de toutes obligations personnelles et/ou professionnelles **d'une heure**. Il est également préférable de réaliser cette entrevue dans **un lieu calme et propice aux échanges**.

L'entrevue portera sur une séance de cours de niveau collège (de votre choix) pendant laquelle vos élèves mettent en œuvre une ou des démarches d'investigation scientifique. Cette séance doit avoir eu lieu récemment. Dans le but de faciliter l'entrevue, il est conseillé d'avoir la préparation de cette séance à côté de soi.

De façon à organiser les entrevues avec les différents participants, nous vous demandons de bien vouloir **répondre au sondage** en cliquant sur le lien ci-dessous.

Consignes :

- ne pas noter votre nom mais le n° : 1 (pour garder l'anonymat vis-à-vis des autres participants) ;
- choisir une date et un horaire différents de ceux déjà choisis par les autres participants (dans le cas où aucune date ne vous conviendrait, nous vous recontacterons pour fixer un rendez-vous à une date ultérieure).

Voici le lien : <https://doodle.com/poll/dmwqc4rba35k2wgg>

Veuillez nous indiquer par mail **un numéro de téléphone** pour vous joindre.

Les entrevues, d'une durée moyenne de trente minutes, ont été réalisées par téléphone entre mi-octobre et mi-novembre 2017. Le choix des entrevues téléphoniques a reposé sur le fait que les enseignants volontaires provenaient de toute la France et étaient donc géographiquement éloignés les uns des autres. En effet, la population de référence concerne l'ensemble des enseignants de SVT qui travaillent dans un collège en France métropole.

À la suite de l'envoi du mail et après deux relances début octobre 2017 aux enseignants volontaires, seuls huit d'entre eux ont répondu positivement. Certains nous ont informée par message qu'ils ne souhaitaient plus participer et d'autres n'ont jamais répondu.

Un nouveau mail a été envoyé aux huit enseignants volontaires pour leur confirmer et leur rappeler la date de l'entrevue, ainsi que pour les solliciter s'ils n'avaient pas déjà transmis un numéro de téléphone pour les joindre. De plus, 15 minutes avant le début de l'entrevue, un message contenant en pièce jointe le schéma choisi par l'enseignant lors du questionnaire au sujet du processus d'investigation scientifique, a été transmis.

Par ailleurs, un enseignant ayant effectué l'entrevue téléphonique a été retiré de l'étude puisqu'il a explicité une séance de niveau lycée. En effet, ayant eu un poste dans un lycée en septembre 2017, il a tout naturellement exposé une séance qu'il venait de mettre en œuvre en classe.

3.2.2.2 Pendant et après l'entrevue

L'ensemble des entrevues ont été enregistrées, avec l'autorisation préalable des interviewés, à l'aide d'un enregistreur électronique. Ce dernier a créé des fichiers audio .WMA qui ont été transférés sur un ordinateur pour y être stockés. Ensuite, les échanges ont été écoutés avec le logiciel VLC® et les *verbatim* ont été entièrement transcrits à l'aide du logiciel de traitement de textes WORD®.

Les questions pré-formulées dans le guide ont pu être modifiées lors de l'entrevue en fonction des réponses des interviewés, de façon à être au plus près de leur discours. Elles ont notamment été réajustées en utilisant le vocabulaire qu'ils employaient. Des exemples étaient parfois fournis pour illustrer les questions. Des questions de clarification de sens et de vérification de la compréhension des réponses ont également été formulées.

3.2.3 La validation des entrevues

La validation des entrevues a été effectuée au niveau de trois étapes réparties dans le temps (*a priori*, *in situ* et *a posteriori*) (figure 14).

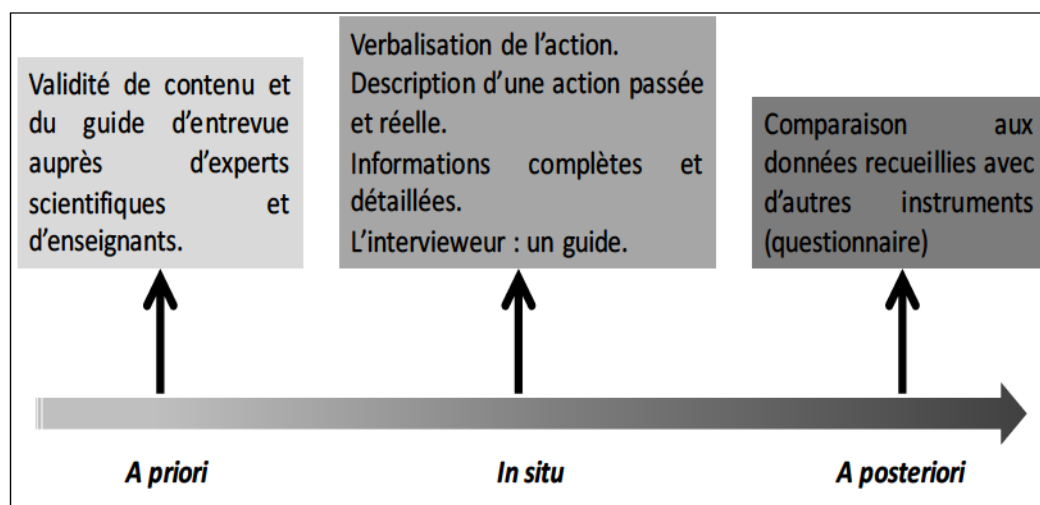


Figure 14 : Représentation des différentes étapes de validation de l'entrevue

S'agissant de la validation *a priori*, nous avons réalisé une phase de pré-validation du contenu thématique et du guide de l'entretien auprès de trois enseignants de SVT travaillant dans un collège en France, ainsi qu'une validation de contenu auprès d'un didacticien des sciences. Certaines questions ont été reformulées de façon à être plus précises, d'autres questions ont été supprimées ou ajoutées. Globalement, le nombre de questions a été revu à la baisse pour que l'entrevue ne dépasse pas trente minutes. Cette première étape nous a permis également de nous entraîner à cette technique d'entrevue qui demande notamment de savoir faire preuve d'une écoute active impliquant de mettre de côté nos éventuels préjugés (Fortin et Gagnon, 2016).

La validation *in situ* s'est traduite dans notre méthodologie par trois éléments principaux :

1. Nous avons vérifié que l'enseignant interviewé se situait bien dans le domaine de la verbalisation de la description d'une séance/séquence mise en œuvre récemment.
2. Nous avons prêté attention à ce que l'enseignant interviewé décrive bien ses pratiques passées.
3. Nous avons fait en sorte que l'enseignant interviewé dans sa mise en mots se réfère bien à des pratiques réelles et spécifiées.

Les entrevues ont été arrêtées lorsque les informations obtenues étaient suffisamment détaillées et complètes pour pouvoir répondre aux objectifs spécifiques de la recherche. De plus, tenant compte du fait que la réussite de l'entrevue dépend également de la position que prend l'interviewer par rapport à l'interviewé, nous avons adopté tout au long de ces entrevues une position de guide non directif.

Enfin, *a posteriori*, les informations obtenues grâce aux entrevues ont été mises en relation avec les données recueillies à partir du questionnaire. Il s'agissait de réaliser une triangulation des données de façon à confirmer les résultats obtenus à partir du questionnaire et à enrichir ces informations.

En conclusion, les entrevues ont fourni des informations sur l'articulation des savoirs disciplinaires lors de mises en œuvre de DIS. Ces données ont permis de compléter, d'approfondir et de confirmer celles obtenues avec le questionnaire. Les entrevues ont donné également accès à de nouvelles informations sur les dispositifs instrumentaux et procéduraux utilisés par les enseignants et les élèves lors de mises en œuvre de ces démarches. Cet instrument de recueil de données

nous permet donc d'apporter des éléments de réponses supplémentaires à notre objectif spécifique de recherche (a) qui correspond au « quoi enseigner » mais également des éléments de réponse à notre objectif (b) qui concerne le « comment enseigner ».

Cependant, le « pourquoi enseigner ce qui est enseigné » est difficile à obtenir de la part des enseignants lorsque les pratiques déclarées portent sur des séances de classe qui ont parfois été mises en œuvre plusieurs semaines avant l'entrevue. C'est pourquoi, bien que certains enseignants aient apporté quelques informations concernant la justification de leurs choix, ces entrevues ne permettent pas de répondre à notre objectif (c).

De plus, même si les modes de collecte de données basés sur l'entrevue s'avèrent nécessaires quand il s'agit de recueillir des données valides sur les pratiques déclarées, il faut, à notre avis, se garder d'assimiler pratiques déclarées et pratiques effectives. D'une part, l'enseignant n'est pas toujours conscient de tout ce qui se passe effectivement dans sa classe. D'autre part, l'enseignant, comme toute personne qui raconte un événement, cherche souvent à rendre son discours cohérent, à donner une intentionnalité et une signification à son action (Friedrich, 2001). Alors que la pratique n'est pas nécessairement cohérente, puisqu'« elle n'est pas entièrement programmée et qu'elle est largement faite d'ajustements aux situations rencontrées, elles-mêmes n'étant pas prévisibles » (Bressoux, 2001, p. 42). En outre, une pratique ne se résume pas seulement aux actions que l'enseignant met en œuvre en classe, le sens que donne celui-ci à ses pratiques est indispensable. Elle comprend des actions qui se présentent en trois phases distinctes. C'est ainsi qu'entre en jeu la nécessité d'avoir recours à des observations en classe comme élément essentiel à l'accès aux pratiques enseignantes.

3.3 Les observations

De façon à être cohérente avec notre cadre de référence, nous avons utilisé un dernier type d'instrumentation, l'observation de séances de classe. En effet, nous accordons une importance au sens que les enseignants attachent à leur pratique, c'est-à-dire aux réponses apportées par les enseignants à la dimension « pourquoi enseigner ce qui est enseigné ? ». Cette dernière phase de collecte de données, bien que n'étant pas du même niveau que le questionnaire ou l'entrevue semi-dirigée (du fait d'un nombre très restreint de volontaires), permet néanmoins, d'apporter des orientations de réponses concernant le troisième objectif spécifique.

Nous souhaitons étudier les pratiques d'enseignement dans leur contexte professionnel naturel, c'est-à-dire en classe lorsque les enseignants pratiquent leur métier au sein de leur établissement scolaire ou à la maison lorsqu'ils préparent notamment leurs cours. Notre étude s'intéresse aux pratiques déclarées, mais aussi aux pratiques d'enseignement observées. L'observation, ici, « vise à fournir un tableau suffisamment représentatif du système ou des comportements du sujet pendant une période donnée face à une situation plus ou moins bien circonscrite » (De Ketele et Roegiers, 1991, p. 177). En effet, nous rappelons que, pour notre travail de recherche, nous considérons que le chercheur doit tenir compte de plusieurs degrés dans l'analyse de l'action et dans son interprétation : 1) la planification et l'intention initiale de l'action, saisies avant l'action (phase préactive) ; 2) l'intention d'action en tant que manifestation dans l'action elle-même (il s'agit donc de l'acte tel qu'il a déjà été défini), la pratique elle-même n'étant pas vraiment accessible (phase interactive) ; 3) l'interprétation du plan, de l'acte posé et des intentions considérées *post hoc*, interprétation qui conduit à l'expression des justifications (phase postactive) (Lenoir et Vanhulle, 2006).

Nous précisons que nous ne considérons pas que toutes les actions des enseignants sont rationalisées et prévues à l'avance, mais nous pensons que ceux-ci, en tant que professionnels, anticipent à des niveaux variables leurs interventions, notamment sur les plans des contenus à enseigner ou du degré de prise en charge des apprentissages par les élèves.

Les observations ont fait suite aux entrevues et ont été réalisées avec un enseignant qui a déclaré être volontaire. Deux séances de classe « ordinaires », dans la mesure où les dispositifs d'enseignement étudiés ne sont pas construits pour la recherche, ont été étudiées (Laborde, Coquidé, et Tiberghien, 2002). Il s'agit d'une séance avec des élèves de 6^{ème} (âgés de 12 ans) qui correspond à la dernière année du cycle 3 et d'une séance avec des élèves de 3^{ème} (âgés de 15 ans) en dernière année de cycle 4. Le choix d'observer des séances de classe de deux niveaux scolaires différents a reposé sur l'analyse des résultats issus des entrevues. Celui-ci est explicité dans la partie correspondant à l'analyse des résultats de notre recherche.

3.3.1 Les trois phases

La phase préactive permet de recueillir des données relatives à la planification de l'enseignant. Considérant la phase interactive, il s'agit d'observer les pratiques d'enseignement telles qu'elles se déroulent en classe. Enfin, pour ce qui a trait à la phase postactive, une entrevue également semi-dirigée faisant suite à l'observation en classe a été réalisée.

3.3.1.1 La phase préactive

Afin de recueillir des données concernant la planification de l'enseignant, les préparations détaillées des séances rédigées librement par celui-ci ont été récupérées. Nous lui avons demandé de construire sous format numérique une

préparation de cours détaillée pour l'ensemble des séances étudiées. De façon à ne pas influencer sa pratique, la forme et le contenu du document étaient libres. L'enseignant pouvait, par conséquent, rédiger un texte, réaliser des schémas, etc. Différents éléments pouvaient se trouver dans ces documents. Il s'agissait de la structure de chaque séance inscrite dans une progression de séquence, des savoirs disciplinaires visés pour chaque séance, des savoirs disciplinaires déjà vus en cours que devaient mobiliser les élèves au cours des séances, les tâches proposées aux élèves, le rôle des élèves et de l'enseignant au cours des séances, les composantes des DIS que les élèves devaient mettre en œuvre et les dispositifs instrumentaux et procéduraux mobilisés par l'enseignant et les élèves. De plus, nous avons recolté les différents documents que l'enseignant avait prévu de fournir à ses élèves durant le cours (photocopie de manuel scolaire, fiches d'activité, coup de pouce, etc.).

L'enseignant nous a adressé par mail deux préparations de cours, environ 15 jours avant l'observation des séances. La préparation de la séance avec les élèves de 6^{ème} portait sur le rôle des levures dans la fabrication du pain et celle concernant la séance réalisée avec les élèves de 3^{ème} présentait l'intérêt de la vaccination et des antibiotiques. C'est l'enseignant qui avait choisi les séances.

Ces préparations nous permettaient notamment de collecter des données nécessaires, à la fois, pour organiser l'observation en termes de matériel et pour la construction du guide d'entrevue de la phase postactive.

3.3.1.2 La phase interactive

Il s'agit d'observations non participantes, c'est-à-dire sans intervention du chercheur, et directes. Des autorisations préalables du chef d'établissement et de l'enseignant (les parents d'élèves ont donné leur autorisation de droit à l'image en début d'année scolaire à l'établissement) ont été obtenues avant le début des

observations (annexes H et I). Ces dernières, d'une durée de 55 minutes, ont été enregistrées à l'aide de trois caméras et deux micros-cravates. Deux caméras étaient positionnées à droite et à gauche à l'avant de la salle de classe et la dernière était placée au centre et au fond de la salle. L'un des micros-cravates était installé sur l'une des paillasse à l'avant et l'autre est mis sur une paillasse à l'arrière de la salle (figure 15).

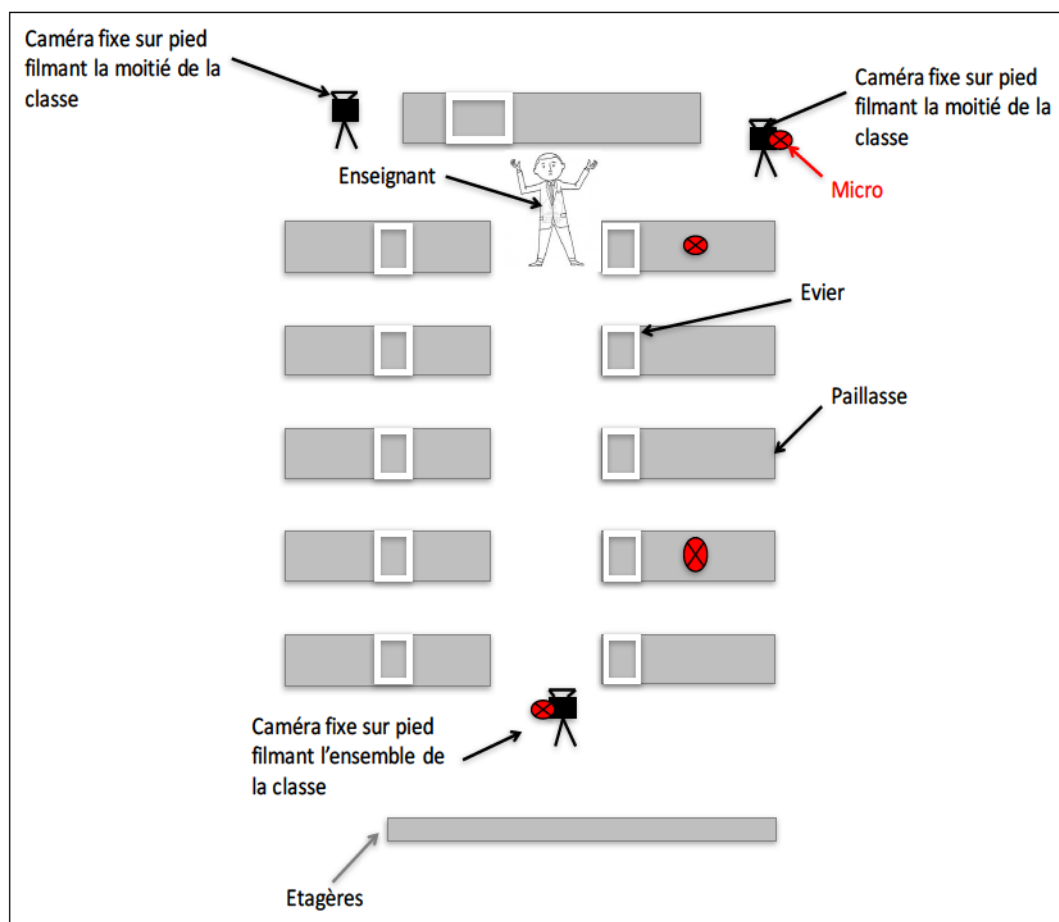


Figure 15 : Représentation de l'organisation de la salle de classe avec le matériel d'enregistrement vidéo

La première observation a été réalisée avec 22 élèves de 3^{ème} le 4 décembre 2017, et la deuxième a été effectuée le 15 décembre 2017 avec 28 élèves de 6^{ème}. Ces deux observations se sont déroulées de 13h30 à 14h25 (ce qui correspond à la première heure de classe de l'après-midi).

Les deux premières phases, préactive et interactive, permettent d'illustrer et de confirmer les résultats obtenus avec le questionnaire et les entrevues au sujet de l'articulation des savoirs disciplinaires lors de mises en œuvre de DIS, et également concernant les dispositifs instrumentaux et procéduraux utilisés par l'enseignant et ses élèves. La phase suivante, la phase postactive apporte des pistes de réflexion pour l'objectif (c) qui correspond à la clarification des visées éducatives des enseignants de SVT associées à l'articulation des DIS avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire, c'est-à-dire le « pourquoi enseigner ce qui est enseigné ». Nous sommes consciente que le fait d'observer un seul enseignant ne nous permet pas réellement de répondre à notre dernier objectif. Néanmoins, les éléments d'information obtenus non seulement confirment et illustrent les résultats fournis par le questionnaire et l'entrevue semi-dirigée, mais également constituent des pistes de réflexion intéressantes pour comprendre les choix opérés par les enseignants lorsque leurs élèves mettent en œuvre des DIS. Ces pistes sont détaillées dans les chapitres consacrés à la présentation et à la discussion des résultats.

3.3.1.3 *La phase postactive*

Cette phase permet de recueillir le sens que l'enseignant donne à ses pratiques. Ces données ont été obtenues à partir d'entrevues semi-dirigées réalisées quelques jours après les observations. En effet, l'enseignant ne pouvant pas se libérer à la suite des séances filmées, les entrevues ont été effectuées au plus tôt suivant les disponibilités de chacun (enseignant et chercheur). Les entrevues avaient une durée moyenne de trente minutes et ont eu lieu le 19 décembre au domicile de l'enseignant. Elles ont été enregistrées à l'aide du même enregistreur électronique que celui utilisé pour les entrevues précédentes. Les *verbatim* obtenus ont été entièrement retranscrits avec les logiciels VLC® et WORD®.

Le guide d'entrevue (voir annexe J) a été construit en utilisant les préparations fournies par l'enseignant et les observations réalisées en classe. Ce guide comprend vingt questions ouvertes regroupées en trois parties. La première partie est constituée de quatre questions qui portent sur les DIS de façon générale. Les deux premières questions sont les mêmes que celles posées dans le questionnaire : « 1/Est-ce que vous pouvez me donner une définition des démarches d'investigation que vous faites mettre en œuvre en classe ? 2/Pour quelles raisons faites-vous mettre en œuvre ces DIS par vos élèves ? ». Les deux autres portent sur la mise en œuvre de ces démarches :

Extrait du guide d'entrevue

3/Faites-vous mettre en œuvre ces DIS dans chacun de vos cours ? Pourquoi ? Comment choisissez-vous les séances où vous faites mettre en œuvre ces démarches par vos élèves ? 4/Faites-vous mettre en œuvre les mêmes types de DIS dans chacun des niveaux scolaires dans lesquels vous enseignez ?

La deuxième partie comprend treize questions qui portent sur l'articulation des savoirs disciplinaires et sur les dispositifs utilisés par l'enseignant et les élèves. Les mêmes questions que celles posées lors des entrevues précédentes sont formulées, mais en lien direct avec les séances observées et toujours suivies de la question « pourquoi ». Par exemple « 11/Quelles sont les connaissances, les notions que vous souhaitez que vos élèves acquièrent dans cette séance ? Pourquoi ? ».

La dernière partie interroge l'enseignant sur les difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre des séances observées et, plus généralement, lors de DIS, ainsi que sur les impacts éventuels de ces difficultés sur ses pratiques d'enseignement.

Avant de débiter l'entrevue, nous avons précisé à l'enseignant de nombreux éléments tels que la durée de l'entrevue et les grandes sections du guide d'entrevue (les différentes thématiques traitées), l'anonymat du répondant, la confidentialité

avec laquelle les données seraient traitées et utilisées par la suite, la nature de la recherche qui ne visait pas à juger ou à évaluer sa pratique, mais plutôt à chercher à décrire et comprendre les différents éléments qui la constituent, etc. Par la suite, nous avons invité le participant à répondre à chacune des questions de la façon la plus détaillée possible, nous l'avons également assuré qu'il n'y avait pas de bonne ou de mauvaise réponse et nous l'avons invité à nous interrompre dès qu'il ne comprenait pas la question.

3.3.2 *La validation des observations*

La validation de la phase préactive, c'est-à-dire du recueil des intentions des enseignants à travers les préparations de séances, a été faite en vérifiant la complétude des données, notamment par la présence de la description des tâches demandées aux élèves, de l'organisation de la classe et des savoirs visés et mobilisés.

Concernant la phase interactive, compte tenu de l'influence plus ou moins significative de l'introduction d'un observateur externe (et de son appareillage) sur le comportement de l'enseignant, ainsi que sur la dynamique propre à une salle de classe, quelques mesures ont été prises afin de minimiser et d'éviter cette influence. Entre autres, nous nous sommes présentée aux élèves, nous leur avons expliqué les motifs de notre visite, présenté le matériel utilisé pour l'enregistrement et nous les avons informés qu'ils n'étaient pas visés par la caméra, mais que c'était l'enseignant. De plus, nous avons installé tout le matériel nécessaire à l'avance (avant même l'entrée des élèves) afin d'éviter tout dérangement inutile qui aurait pu éventuellement perturber le climat de la classe. Nous aurions souhaité installer le matériel quelques jours avant les enregistrements pour que les élèves et l'enseignant s'habituent à sa présence, mais nos disponibilités ne nous l'ont pas permis.

La validation de la dernière phase qui porte sur le recueil du sens que les enseignants accordent à leurs pratiques s'est déroulée de la même manière que pour les entretiens décrits précédemment. Les questions ont été testées sur un enseignant autre que celui observé. Pendant l'entretien, nous avons fait attention à ce que l'enseignant décrive bien la séance observée. Enfin, *a posteriori*, les informations obtenues grâce à cet instrument ont été mises en relation avec les données recueillies à partir du questionnaire et des entretiens qui ont suivi.

Pour conclure, les trois types d'instrumentation utilisés dans le cadre de cette recherche doctorale s'inscrivent dans une recherche de type descriptif et de nature mixte séquentielle explicative. Ils permettent de recueillir des données quantitatives et qualitatives qui se complètent et se confirment entre elles. À ce titre, ils donnent accès à des informations pouvant apporter des éléments de réponse à nos deux premiers objectifs spécifiques de recherche et des pistes de réflexion concernant le dernier objectif (figure 16).

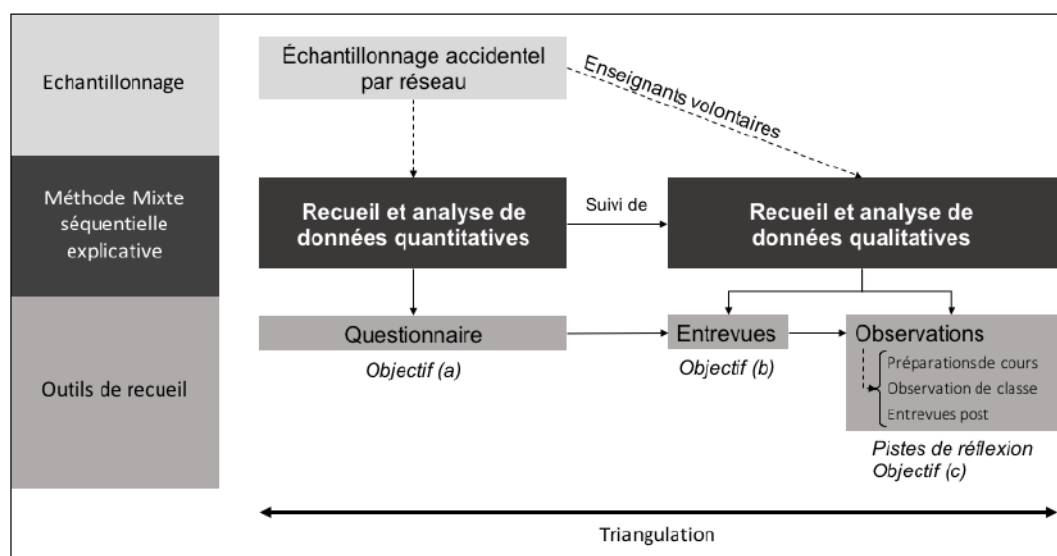


Figure 16 : Représentation synthétique de notre méthodologie

Dans la partie qui suit, la méthode de traitement des données récoltées est explicitée. Les données étant analysées de façon séquentielle, la présentation commence par le traitement des données provenant du questionnaire, puis par celui des données issues des entrevues, avant de s'achever par l'analyse des données apportées par les observations.

4. LA METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES

« Une fois l'information contextualisée recueillie, la tâche suivante consiste à l'analyser pour, ensuite, en faire une synthèse ; autrement dit, il s'agit de mettre de l'ordre dans le matériel recueilli afin d'en tirer la signification » (Van der Maren, 2003, p. 159). L'analyse des données est ici de type quantitatif pour la majeure partie des données issues du questionnaire (les questions fermées), de type qualitatif pour celles provenant des différentes entrevues et des observations, mais aussi de type mixte pour certaines données provenant du questionnaire (les questions ouvertes).

Fallery et Rodhain (2007) ont défini quatre approches pour l'analyse de données textuelles (questions ouvertes du questionnaire, les entrevues et le discours de l'observation) : lexicale (de quoi parle-t-on ?), linguistique (comment en parle-t-on ?), cognitive (comment représenter une pensée ?) et thématique (comment interpréter un contenu ?). Dans le cadre de cette recherche, les données provenant des questions ouvertes du questionnaire sont analysées suivant une double approche lexicale et thématique, et celles issues des entrevues et des observations sont traitées à partir d'une approche uniquement thématique. Le rationnel de ces choix méthodologiques est explicité au fur et à mesure du déroulement de cette partie.

4.1 La procédure de traitement des données issues du questionnaire : une première analyse quantitative

Au sein de cette sous-partie, la préparation des données avant leur analyse avec les logiciels SPSS® (*Statistical Package for Social Sciences*) et IRaMuTeQ (Interface de R pour les analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires) est présentée. Puis, les procédures de traitement de ces données sont explicitées.

4.1.1 La préparation des données

Cette préparation fait suite à la fermeture du questionnaire en ligne. Il s'agit de préparer les données issues des questions fermées et ouvertes pour leur transfert depuis le logiciel LimeSurvey (logiciel d'enquêtes statistiques) vers les logiciels de traitement des données, respectivement SPSS® (logiciel d'analyses statistiques) et IRaMuTeQ (logiciel de lexicométrie).

4.1.1.1 Les questions fermées

Le questionnaire a été fermé le 15 juillet 2017. Ensuite, les données enregistrées à partir des réponses des participants ont été exportées dans un format compatible avec le logiciel SPSS®, c'est-à-dire en « .sav ». Le tableau ainsi obtenu contient l'ensemble des données. Associé à ce dernier, un deuxième tableau contenant l'ensemble des variables a été créé par le logiciel d'analyses des données. De façon à sécuriser nos données, nous les avons également exportées au format « .xls » afin de pouvoir, si besoin, utiliser le tableur Excel.

Nous avons procédé, ensuite à la vérification de l'encodage des variables ainsi que de leur correspondance avec les données. Les variables correspondent aux différentes questions posées ; par exemple, l'âge, la formation ou encore l'expérience des enseignants. Elles sont de nature qualitative ordinaire (exemple, la

variable du concours) ou nominale (exemple, la variable du sexe). Certaines, comme l'âge ou le nombre d'heures de formation, sont des variables dites classées parce que nous les avons bornées pour faciliter l'analyse (exemple : entre 20 et 25 ans). Nous avons modifié certains paramètres comme le format, la déclaration des valeurs possibles et la nature des variables. En effet, par exemple lors de l'exportation des données de LimeSurvey vers SPSS®, le format de certaines variables était donné de façon alphanumérique. Or certaines analyses descriptives ne peuvent pas être réalisées avec des données alphanumériques. Nous avons donc modifié ces données alphanumériques (A1=complètement d'accord) en données numériques (1=complètement d'accord). Nous avons également modifié le tableau des données correspondant à ces variables en remplaçant les « A1 » par des « 1 ».

4.1.1.2 Les questions ouvertes

L'ensemble des textes obtenu à partir des deux questions ouvertes du questionnaire (la définition de DIS et les raisons de faire mettre en œuvre ces démarches) a été exporté dans deux fichiers Word. Ensuite, ils ont été encodés (variables étoilées, etc.) suivant un codage particulier indispensable pour être analysé dans le logiciel de lexicométrie, et enregistrés au format « .txt ». Plus précisément, chaque réponse d'un enseignant à l'une des questions ouvertes correspond à un texte. Ces derniers ont dû être introduits par quatre étoiles (****) suivies d'une série de variables étoilées (variables illustratives) séparées par un espace (extrait du corpus ci-dessous). Ce codage à partir de variables étoilées a facilité par la suite certaines analyses.

Extrait du corpus correspondant à la question ouverte sur les raisons de faire mettre en œuvre des démarches d'investigation scientifique.

**** *age_3645 *fonction_ens *formationI_moins5 *fprmtionC_non
 Pour inciter leur intérêt face aux sciences et pour les amener à raisonner, à réfléchir, à se poser des questions, à chercher, à trouver tout seul, à les voir trouver une solution.

**** *age_4655 *fonction_ens *formationI_non *fprmtionC_non
 Pour mettre les élèves en action, qu'ils soient acteurs de leur savoir.

Dans l'extrait du corpus ci-dessus, nous pouvons lire la réponse de deux enseignants à la question portant sur les raisons de mise en œuvre des DIS en classe :

1. Le premier répondant est âgé entre 36 et 45 ans ; il est enseignant, il a suivi moins de cinq heures de formation initiale concernant les DIS et aucune formation continue.
2. Le deuxième répondant est âgé entre 46 et 55 ans ; il est également enseignant et il n'a suivi aucune formation portant sur les DIS.

Le corpus a ensuite été exporté dans le logiciel IRaMuTeQ pour être analysé.

4.1.2 Le traitement des données issues des questions fermées

Le Logiciel SPSS® a été utilisé pour analyser les données provenant des questions fermées du questionnaire. Les différentes analyses effectuées sont des analyses statistiques descriptives. L'objectif de la statistique descriptive est de décrire de façon synthétique et parlante des données observées pour mieux les analyser. En ce sens, deux types d'analyse ont été réalisés : des analyses descriptives univariées et des analyses descriptives bivariées.

Concernant les premières, des calculs d'effectifs et de fréquences ont été exécutés. Des analyses bivariées ont aussi été mises en œuvre. L'objectif de ces analyses était d'étudier les éventuelles relations entre deux variables statistiques. Nous nous sommes intéressée dans le cadre de cette recherche aux éventuelles relations entre deux variables qualitatives et, plus précisément, soit entre deux variables nominales, soit entre une variable nominale et une variable ordinale. Concernant les relations entre deux variables qualitatives, il s'agissait de réaliser des tableaux de contingence encore appelés tableaux croisés. En effet, lorsqu'on étudie simultanément deux variables qualitatives, il est commode de présenter les données sous forme d'une table de contingence, synthèse des observations selon les modalités des variables qu'elles présentent. À partir de cette table, nous avons défini la notion de profil (ligne et colonne), dont nous nous sommes servie pour réaliser un diagramme de profils faisant apparaître la liaison entre les deux variables, lorsqu'il y en existait une. Pour qualifier cette liaison entre deux variables nominales ou entre une variable nominale et une variable ordinale, nous avons utilisé un coefficient de vraisemblance, le L^2 (*Likelihood ratio chi square*), qui confirmait la liaison ou non, et le V de Cramer qui fournissait une indication quant à la force de l'association. Nous avons fait le choix d'utiliser le coefficient de vraisemblance plutôt que le Chi carré, notamment parce que ce coefficient est peu sensible au N échantillonnel si ce dernier est inférieur à 30 et à l'identité du nombre de catégories des variables croisées, contrairement au Chi carré. De plus, ce dernier n'offre pas d'indicateur de la force de la relation et n'apprécie pas les fréquences de cellules à faible effectif ($N < 5$). Alors que le coefficient de vraisemblance est peu sensible à la non-quadracité du tableau de contingence et à l'importance du N (Fox, 1999). En outre, comme d'autres auteurs, Howell (1998) note que « *if I had to use only one measure of association, I would choose the Cramer ϕ_c* » (p. 182), car il n'est dépendant ni de la taille du tableau de contingence ni de la taille de l'échantillon. Par ailleurs, la fonction de SPSS® concernant les résidus standardisés ajustés, nous donne la ou les catégories sous ou sur représentées.

4.1.3 *Le traitement statistique des données issues des questions ouvertes*

Comme nous l'avons précisé au début de cette section, l'analyse des données textuelles a été réalisée ici suivant une approche lexicale (Fallery et Rodhain, 2007). Une fois l'ensemble des réponses aux deux questions ouvertes du questionnaire exporté dans le logiciel de lexicométrie IRaMuTeQ sous la forme de deux fichiers en « .text », nous avons ouvert et indexé les corpus textes. Il s'agissait notamment de définir les caractéristiques générales du corpus, ainsi que les différentes options de l'indexation comme l'encodage du texte en UTF8, le choix de la langue ou encore l'utilisation ou non du dictionnaire des expressions. De plus, avant chaque demande d'analyse sur un corpus, nous avons dû choisir les options de lemmatisation, c'est-à-dire si le texte devait être lemmatisé ou non. Le choix de lemmatiser le texte permet par exemple de ramener tous les verbes à l'infinitif (apprenez, appris, apprenons en apprendre), les noms au singulier et les adjectifs au masculin singulier (professionnelles, professionnelle, professionnels en professionnel). Pour la présente recherche, nous avons fait le choix de lemmatiser le texte pour identifier les mots utilisés par les enseignants dans leur définition des DIS mises en œuvre en classe par leurs élèves. Il s'agit ici d'une analyse macroscopique qui est affinée par la suite lors de l'analyse thématique. Également, avant chaque analyse de corpus, nous avons choisi ce que le logiciel nomme « les clés d'analyse ». Il s'agit de la distinction entre les formes dites « pleines » ou « actives » et des formes identifiées comme « supplémentaires ». En effet, la plupart des analyses réalisées par IRaMuTeQ différencient ces deux types de formes. C'est pourquoi nous avons la possibilité de choisir quelle classe grammaticale (adjectif, conjonction, etc.) est active ou supplémentaire. Dans le cadre de cette recherche, les formes actives sont, par exemple, les adjectifs, les adverbes, les noms et les verbes.

Une fois le corpus indexé, différentes analyses textuelles ont été effectuées pour analyser nos deux questions ouvertes (Guérin-Pace, 1997). Nous précisons que, pour chacune des analyses, IRaMuTeQ a créé un répertoire qu'il insère dans le dossier conçu lors de l'ouverture du corpus. Nous avons réalisé quatre types

d'analyse. Le choix de ces analyses repose sur les spécificités de celles-ci en relation avec le cadre de référence et l'analyse thématique mise en place par la suite.

Dans un premier temps des statistiques simples, comme les effectifs de toutes les formes, des formes actives et supplémentaires et des hapax (nombre de mots n'apparaissant qu'une seule fois dans tout le corpus), ont été réalisées. Ces effectifs peuvent être représentés par des nuages de mots ; cependant, nous avons fait le choix de les insérer dans un tableau, afin de mettre en évidence à la fois les mots les plus utilisés et les moins usités dans le discours des enseignants. Ce premier niveau d'analyse a permis, notamment, de faire ressortir les termes sur-employés par les enseignants pour définir les DIS. Dans un deuxième temps, nous avons effectué des analyses de similitudes à partir des cooccurrences. Les résultats ont été visualisés sur un graphique (graphique des similitudes). Un dernier type d'analyse est réalisé. Il s'agit d'une classification hiérarchique descendante selon la méthode décrite par Reinert (1983). Le logiciel fractionne de façon successive le texte et en extrait des classes de mots représentatives. Plus précisément, il est fondé sur une analyse statistique distributionnelle. Les mécanismes qu'il met en œuvre sont indépendants du sens : IRaMuTeQ classe les « phrases » du corpus (dénommées « regroupement de segments de texte » ou « RST ») en fonction de la distribution du vocabulaire présent dans ces unités de RST. Le logiciel repère le vocabulaire dans les différents regroupements et les met en relation. Autrement dit, il relie les regroupements qui ont des mots communs. En procédant à des regroupements de formes, IRaMuTeQ restitue le corpus en classes qui dégagent des sortes de « vision du monde ». Nous avons interprété ces classes de mots en fonction de notre premier objectif spécifique de recherche et en utilisant la liste des mots les plus significatifs fournie par le logiciel. Par ailleurs, le Chi-deux permet de déterminer la forte ou la faible appartenance d'un mot à une classe, et de mettre ainsi en évidence les termes les plus représentatifs d'une classe donnée. Les résultats disponibles pour cette analyse sont essentiellement donnés sous la forme de dendrogrammes, figures qui visualisent les liens que les formes d'une même classe entretiennent entre elles. Cette dernière analyse a esquissé les différentes

définitions et finalités des DIS déclarées par les enseignants. Nous rappelons que l'ensemble de ces analyses que nous qualifions d'exploratoire a été complété par une analyse thématique.

Nous avons utilisé la statistique textuelle, pour notre recherche, comme un outil exploratoire. IRaMuTeQ permet de réaliser des analyses textuelles sur un volume important de textes. Ces analyses sont davantage reproductibles et non linéaires, comparées à des analyses effectuées manuellement. De plus, bien cela soit discutable,

le traitement de l'information recueillie par les méthodes de la statistique textuelle présente un avantage indéniable qui consiste à traiter les réponses aux questions ouvertes telles qu'elles ont été recueillies, sans modification du texte. On évite ainsi les biais induits par l'étape de post-codification thématique. (Guérin-Pace, 1997, p. 4)

En effet, la mise en place d'un code est déjà l'aboutissement d'un jugement basé sur l'analyse des réponses (Achard, 1991). L'approche lexicale, bien que n'étant pas totalement garantie (Marchand, 1998), apporte une certaine objectivité à l'analyse textuelle.

L'utilisation de la lexicométrie en première intention se justifie également par notre corpus, et plus précisément par la forme des réponses apportées par les répondants aux deux questions ouvertes. Les enseignants, certainement orientés par la formulation de la consigne (« donnez une courte définition ») ont pour la plupart rédigé des réponses très courtes sous forme de suite de mots, sans constituer de phrase. Par conséquent, une première approche par une analyse de fréquence des occurrences et des cooccurrences est ici intéressante.

Extrait du corpus correspondant à la question ouverte sur les raisons de faire mettre en œuvre des démarches d'investigation scientifique.

« Éveiller la curiosité, la motivation »

De plus, IRaMuTeQ comme d'autres logiciels de lexicométrie, met en évidence les fréquences des termes peu, voire rarement employés par les répondants. Cela permet de ne pas ignorer des résultats pouvant alimenter l'ensemble de l'analyse du corpus : « Les réponses rares sont souvent écartées alors qu'elles peuvent s'attacher à des populations caractéristiques peu nombreuses, et présenter un grand intérêt lorsque l'on considère l'ensemble du corpus » (Guérin-Pace, 1997, p. 4).

Cependant, il nous faut tenir compte d'un certain nombre de limites concernant cette méthode d'analyse purement statistique. En effet, de façon générale, chaque étape de construction d'une analyse statistique comme la lexicométrie pose des problèmes spécifiques. Il ne faut pas oublier que, malgré une grande fiabilité des résultats proposés, ces derniers ne sont pas neutres sur le plan des méthodes. Celles-ci impliquent une certaine vision du texte, considéré comme un « sac de mots » (Lebart et Salem, 1994, p. 146), négligeant sa syntaxe et son organisation propre. De plus, le continu des discours doit être transformé en discontinu en créant des unités discrètes comptabilisables. Le choix de ces unités implique des options quant à la segmentation du texte. Par exemple, la lemmatisation, en regroupant sous une même forme les différentes flexions des occurrences, génère des problèmes d'ambiguïté parfois difficiles à résoudre, mais aussi des non-sens d'un point de vue linguistique : utiliser un terme au singulier peut ne pas être la même chose que de l'utiliser au pluriel (exemple : problème ou problèmes). La lemmatisation a bien sûr une forte incidence sur les décomptes lexicométriques. Ensuite, IRaMuTeQ ne prend pas le sens en compte. Une partie importante de l'analyse textuelle n'est donc pas réalisée avec cette méthode. Cela implique également que la lexicométrie ne peut bien évidemment pas départager les textes dans lesquels une forme est utilisée au sens propre et ceux dans lesquels elle prend un sens métaphorique.

L'ensemble de ce qui vient d'être énoncé a orienté notre choix méthodologique vers une double analyse lexicale et thématique (la procédure d'analyse thématique est présentée dans la section qui suit). Les deux approches sont perçues ici comme étant complémentaires (Larose et Lenoir, 1998 ; Larose, 1999 ; Hasni, 2001). L'analyse lexicale permet par son approche exploratoire d'apporter des premiers résultats dont nous tenons compte pour la construction de la grille d'analyse thématique utilisée par la suite. L'analyse thématique remet les mots en contexte de façon à leur redonner leur sens.

4.2 La procédure de traitement des données issues des questions ouvertes du questionnaire, des entrevues et de la phase préactive de l'observation : une analyse qualitative

Il s'agit ici d'approfondir l'analyse statistique des données, provenant des deux questions ouvertes, en utilisant une approche thématique. Cette approche est également mise en œuvre pour analyser les données textuelles issues des entrevues (entrevue réalisée après le questionnaire et entrevue post observation lors de la phase postactive) et des préparations de cours (lors de la phase préactive) rédigées par l'enseignant observé (comment interpréter un contenu ?) (Fallery et Rodhain, 2007). Le choix de l'approche thématique, comme moyen d'analyse des données obtenues à partir des entrevues et des préparations de cours, repose sur deux raisons principales : la nature même des instruments de collecte de données permettant aux enseignants de développer leurs réponses et notre méthode de recherche mixte séquentielle qui demande des analyses qualitatives plus fines afin de compléter les analyses quantitatives. En effet, les entrevues semi-dirigées donnent l'opportunité aux interviewés de fournir des réponses développées, leur permettant ainsi d'explicitier leurs pratiques. L'analyse thématique permet, en accédant au sens que donnent les enseignants à leurs pratiques, d'approfondir les résultats obtenus avec le questionnaire concernant l'objectif (a) et de recueillir des pistes de réflexion pour l'objectif (c).

4.2.1 *Le processus d'analyse*

La procédure de traitement des données repose ici sur une démarche d'analyse de contenu thématique. « La conception de cette méthode envisage de considérer les textes comme des objets qui peuvent être saisis et analysés essentiellement comme s'ils avaient les mêmes caractéristiques que les objets matériels » (Gauthier, 2010, p. 421). En effet, l'analyse de contenu dans cette méthode est définie comme « une technique objective, systématique et qualitative de description de contenu manifeste de la communication » (*Ibid.*, p. 423). De même, comme l'explique Bardin (2007), « faire une analyse thématique consiste à repérer des "noyaux de sens" qui composent la communication et dont la présence ou la fréquence d'apparition pourront signifier quelque chose pour l'objectif analytique choisi » (p. 137). Cette propriété de l'analyse thématique répond particulièrement à nos besoins d'identifier dans le discours des enseignants les différentes dimensions présentées dans notre cadre conceptuel.

De plus, il est possible de s'intéresser à deux éléments complémentaires qui constituent le discours, à savoir ce qui est prononcé et ce qui n'est pas prononcé (Van Der Maren, 1995). Dans le cas de la présente étude, nous recourons à une analyse du discours explicite qui considère les énoncés d'un discours « comme une manifestation portant des indices que l'analyse va faire parler » (Bardin, 2007, p. 130). Dans cette perspective, cette analyse vise à « condenser, résumer ou éclairer, systématiser le contenu de la pensée d'un ou plusieurs énonciateurs » (Van Der Maren, 1995, p. 418) et elle se réalise en phases chronologiques : « 1) la préanalyse ; 2) l'exploitation du matériel ; 3) le traitement des résultats, l'inférence et l'interprétation » (Bardin, 2007, p. 125). La première phase consiste à prendre connaissance des données, à s'en imprégner, ainsi qu'à vérifier et à modifier si nécessaire la grille d'analyse préétablie issue du cadre conceptuel. C'est lors de cette phase que chaque entrevue est transcrite afin d'obtenir le corpus d'analyse, c'est-à-dire les *verbatim*. La phase d'exploitation du matériel permet de catégoriser, c'est-à-dire de transformer des données brutes en des données organisées. Et enfin,

la dernière phase correspond au traitement systématique du matériel (reposant ici sur une analyse thématique).

Par ailleurs, Van Der Maren (1995) explique que le cadre conceptuel comporte un postulat méthodologique et que, par la liste des objectifs spécifiques de recherche, on sait quelles sont les rubriques pour lesquelles nos données devraient fournir des informations. En ce sens, une première grille d'analyse a été construite pour les deux questions ouvertes du questionnaire. Celle-ci a été bâtie en s'appuyant sur le cadre de référence, mais également à partir des résultats obtenus avec l'analyse lexicale (décrite dans la section 4.1.3). Une deuxième grille d'analyse a été construite pour les deux types d'entrevues (les entrevues semi-dirigées réalisées après l'analyse des données issues du questionnaire et les entrevues semi-dirigées effectuées après les observations en classe lors de la phase postactive) et pour les préparations de cours fournies par l'enseignant observé. Cette grille contient une partie commune aux deux entrevues (partie 1) et aux préparations de cours, et une partie réservée à l'entrevue réalisée après l'observation (partie 2). La partie 1 de la grille a été initialement bâtie à partir du cadre conceptuel en tenant compte des objectifs spécifiques (a) et (b) et des résultats obtenus à partir du questionnaire, puis ajustées au fur et à mesure des trois étapes citées ci-dessus. La deuxième partie s'appuie également sur le cadre conceptuel mais aussi sur l'analyse de la préparation de cours fournie par l'enseignant et de l'observation en classe. Il s'agit pour cette partie d'apporter des pistes de réflexion concernant l'objectif spécifique (c).

Pour chaque catégorie cochée, les passages correspondants dans les entrevues ou les préparations de cours, sont inscrits dans la grille. Nous précisons que seul le discours explicite en lien avec les catégories a été retenu. Par exemple, concernant la catégorie « savoirs conceptuels », l'énoncé « je veux qu'ils aient une vue d'ensemble » n'est pas catégorisé.

4.2.2 La grille d'analyse pour les questions ouvertes du questionnaire

Cette grille (tableau 5), construite *a posteriori* notamment à partir des résultats de l'analyse lexicale portant sur les deux questions ouvertes, a offert la possibilité de préciser et de compléter les premiers résultats statistiques. Nous avons cherché à caractériser les DIS que les enseignants ont déclaré faire mettre en œuvre par leurs élèves. À ce titre, nous avons examiné notamment le type d'investigation ou la forme des DIS décrits par les enseignants. Nous avons exploré également les finalités que les enseignants attribuent aux DIS qu'ils font mettre en œuvre par leurs élèves.

Tableau 5 : Représentation des dimensions et des indicateurs retenus pour l'analyse des deux questions ouvertes du questionnaire

Démarches d'investigation scientifique	Caractéristiques (question ouverte concernant la définition des DIS)	Type d'investigation	Expérimentation Modélisation Observation Analyse de documents Autres
		Implication de l'élève	Dans les différentes composantes des DIS (formulation du problème, investigation et structuration des connaissances)
		Forme des DIS	Suite d'étapes Suite d'étapes et finalité Finalité seule
		Finalités des DIS	Processus Résolution de problème(s) Acquisition de savoirs (savoirs conceptuels, habiletés, attitudes)
		Place des savoirs disciplinaires	Savoirs visés Savoirs mobilisés
	Finalités (question ouverte concernant les raisons de mise en œuvre des DIS)	Approche didactique	Savoirs conceptuels Habiletés Attitudes Processus Savoirs épistémologiques
		Approche pédagogique	Motivation Élève acteur Meilleure méthode d'apprentissage
		Approche institutionnelle	

Seul le discours explicite des enseignants a été pris en compte. Voici un exemple d'utilisation de la grille qui concerne la réponse d'un enseignant à la question : « Donnez une courte définition qui, selon vous, caractérise le mieux les démarches d'investigation que vous faites mettre en œuvre par vos élèves en classe ». Sa réponse est :

« Partir d'une situation surprenante, elle pose un problème, imaginer des hypothèses et avec des docs ou manipulations, les élèves vérifient leurs hypothèses et concluent en donnant la solution du problème »

(Réponse d'un enseignant extraite du questionnaire)

Uniquement la première partie de la grille concernant les caractéristiques a été utilisée ici. Cet enseignant semble envisager un problème et une solution uniques, mais différents moyens pour le résoudre : « des hypothèses », « des docs » et des « manipulations ». Le problème est ici donné par la « situation surprenante » et non pas construit par les élèves. L'investigation peut prendre la forme d'une démarche expérimentale ou d'une analyse de documents. Les élèves paraissent impliqués dans les différentes composantes : « les élèves vérifient leurs hypothèses », « concluent en donnant la solution ». L'enseignant propose une suite d'étapes dans l'objectif de résoudre un problème. Le processus semble important. Les savoirs disciplinaires quels qu'ils soient n'apparaissent pas dans cette définition proposée par un enseignant.

4.2.3 *La grille d'analyse pour les deux entrevues et les préparations de cours*

Pour l'analyse des entrevues et des préparations de cours, nous avons dégagé du cadre de référence un ensemble de dimensions en adéquation avec nos objectifs spécifiques de recherche. De manière à répondre à ces objectifs rappelés au début de la partie portant sur la méthodologie, les dimensions retenues sont les suivantes :

1. La dimension liée au contenu enseigné qui répond à la question « quoi enseigner ? ».
2. La dimension liée aux différents dispositifs instrumentaux et procéduraux mis en œuvre qui répond à la question « comment enseigner ce qui est enseigné ? ».
3. La dimension liée au sens que donnent les enseignants à leurs pratiques et qui répond à la question « pourquoi ? ».

Les deux premières dimensions concernent les deux types d'entrevues et les préparations de cours, tandis que la dernière intéresse seulement l'entrevue réalisée après les observations en classe. Chaque dimension ou sous-dimension est décomposée en indicateurs (quand cela est possible), ainsi que le présente le tableau ci-dessous (tableau 6). Nous précisons que toutes les composantes situées dans les cellules grisées du tableau sont codées, les autres composantes relevant des analyses et interprétations *a posteriori*.

Tableau 6 : Représentation des dimensions et des indicateurs retenus pour l'analyse des entrevues

« Quoi ? » Les savoirs disciplinaires en SVT	Savoirs mobilisés	Savoirs conceptuels Habiletés Attitudes	
	Savoirs visés	Démarches d'investigation scientifique	
	Savoirs conceptuels	Concepts	
	Habiletés	Intellectuelles Techniques Syntaxiques	
	Attitudes	Intellectuelles Comportementales	
	Démarches d'investigation scientifique	Composantes	Formuler un problème scientifique. Planifier et mettre en œuvre l'investigation scientifique (démarches expérimentales, observation, etc.). Formuler des énoncés scientifiques.
		Processus	Circulaire Linéaire Deux processus linéaires (DIS et autres savoirs séparés) Linéaire sans savoir préalable
« Comment ? » Les dispositifs	Instrumentaux	Pédagogiques	Matériels sans lien avec les SVT, comme le tableau, le vidéoprojecteur, le cahier, etc.
		Didactiques	Matériel en lien avec les SVT, comme le matériel de laboratoire.
	Procéduraux	Organisationnels	L'organisation de la classe.
		Niveau de mise en œuvre des démarches d'investigation scientifique (confirmatoire, structurée, guidée, ouverte)	Degré de connaissance par les élèves de la réponse au problème. Formulation du problème. Proposition du protocole. Réalisation du protocole. Analyse, interprétation et formulation d'énoncés scientifiques.
« Pourquoi » Le sens que donne l'enseignant à ses pratiques	En lien avec le « quoi ? » (les savoirs qui composent la structure disciplinaire) et le « comment ? » (les dispositifs).		

À titre d'exemple d'utilisation de la grille, lors de l'entrevue avec l'enseignant 31, ce dernier a déclaré en réponse à la question « Quelles sont les connaissances, les notions que vous souhaitez que vos élèves acquièrent ? » :

« Ben tout simplement que les... qu'il y avait une substance digestive, une enzyme qui va transformer les aliments en nutriments »

Extrait du *verbatim* de l'entrevue semi-dirigée avec l'enseignant 31

Le savoir conceptuel que cet enseignant souhaite faire acquérir à ses élèves lors de la séance exposée pendant l'entrevue est que ce sont des enzymes qui transforment les aliments en nutriments.

4.3 La procédure de traitement des données issues des observations lors de la phase interactive : une analyse qualitative

La consultation de la documentation scientifique qui traite de l'analyse des enregistrements vidéo des pratiques d'enseignement est essentiellement dirigée vers des actions de formation, comme le montrent Rich et Hannafin (2009) : « Le recours à la vidéo est devenu prédominant dans la formation initiale à l'enseignement » (p. 53). L'utilisation fréquente de la vidéo pour favoriser le développement professionnel des enseignants et des futurs enseignants se constate chez nombre d'auteurs (Coles, 2013 ; Gaudin, 2012 ; Kleinknecht et Schneider, 2013 ; Zhang, Lundeborg, Koehler et Eberhardt, 2011). Selon Brophy (2004), la raison pour laquelle la vidéoformation est de plus en plus populaire dans les pratiques de formation initiale et continue est la possibilité d'accéder à la richesse et à la complexité de l'enseignement en contexte. Pour la même raison, l'enregistrement vidéo s'avère une orientation méthodologique privilégiée pour l'analyse des pratiques d'enseignement (Hiebert, Gallimore, Garnier *et al.*, 2003 ; Chen, Mason, Staniszewski, Upton et Ann Valley, 2012 ; Towers, 2007).

4.3.1 *Le processus d'analyse*

Pirie (1996) a proposé une démarche d'analyse qui consiste en une observation d'événements conjuguée à un développement de règles de codage. Cet auteur signale qu'il n'y a pas *a priori* de données qui sont essentielles en elles-mêmes. Elles ne deviennent significatives qu'en fonction des objectifs retenus et de la trame conceptuelle. Ce qui est intéressant dans cette approche c'est que, tout en étant basée sur la notion de catégories émergentes de l'observation et l'interprétation des données issues du terrain, elle n'exclut pas l'analyse utilisant une grille construite *a priori* (Lenoir et Esquivel, 2015). Cela correspond à l'option que nous avons choisie dans le cadre de cette recherche : travailler avec une grille d'analyse conceptuelle tout en restant ouverte à la possibilité d'émergence de nouvelles catégories du terrain. En ce sens, nous considérons que c'est au contact de la pratique réelle d'enseignement que la grille peut évoluer. C'est la lecture conjointe de l'unité d'enregistrement vidéo, en tant qu'unité de contexte, et de sa transcription, en tant qu'unité de sens (Zaid, 2004), qui nous permet de faire correspondre à des actions et à des comportements des catégories de la grille d'analyse. Par ailleurs, comme le souligne Van der Maren (2003), il est nécessaire d'avoir des grilles d'analyse pour améliorer la qualité et la rigueur de la recherche.

De même que Lenoir et Esquivel (2015), nous définissons une unité de sens comme le découpage d'un discours et/ou d'une action, d'un comportement en segments porteurs d'une intention donnée, exprimée dans le langage courant du sujet concerné, qui est pertinente pour la recherche au regard de nos objectifs spécifiques et du cadre de référence. Giorgi (1997) souligne que, « les unités de signification n'existent pas comme telles "dans les descriptions", elles résultent de l'attitude et de l'activité du chercheur » (p. 355). C'est-à-dire que, lorsqu'elle émerge du discours, une unité de sens fondée sur la signification sémantique se distingue de la phrase fondée sur la structuration syntaxique. « La phrase a une signification, l'énoncé a un sens » (Cristea, 2001, p. 177). Une unité de sens peut donc adopter une forme impérative, interrogative, assertive, par des injonctions, des exclamations, etc.

Comme c'est également le cas pour les entrevues et les préparations de cours, aucun logiciel spécifique au traitement de données issues d'enregistrements vidéo n'a été utilisé dans le cadre de cette recherche. Une fois les vidéos enregistrées, elles ont été transférées sur un ordinateur avec un format compatible pour une lecture dans VLC *média player*. Le codage en unité de sens s'est fait avec le tableur Excel simultanément au déroulement de la vidéo. Nous avons réalisé cette analyse en suivant différentes étapes :

1. Un premier visionnement des enregistrements vidéo afin de vérifier si l'on retrouvait les dimensions et les indicateurs proposés par la grille d'analyse dans les actions et le discours de l'enseignant en classe. Une adaptation de la grille a été effectuée (Collier et Collier, 1986 ; Erickson, 1992).
2. Un codage des unités de sens en fonction de la grille d'analyse. Ce codage a été fait à partir du visionnement des vidéos, de façon à assurer un découpage en unités de sens qui puisse suivre au plus près le déroulement de la situation d'enseignement-apprentissage. Les indicateurs des dimensions ont été nommés en répondant chaque fois à la question : à quoi renvoie cette unité de sens ou « *What is this an example of ?* » (Ratcliff, 1994). Le codage a été fait progressivement en prenant chaque dimension de manière à assurer la plus grande précision dans le découpage temporel.
3. Une validation du codage. La valeur de la recherche se mesure, entre autres, à la fiabilité des dimensions, des critères et des indicateurs adoptés. Aussi est-il nécessaire de définir des critères de fiabilité du codage en tant qu'affectation de dimensions et sous-dimensions, à partir des indicateurs, à des unités de sens. La question de la fiabilité du codage a été considérée au début de la transcription de la vidéo. Il s'agit ici de la fiabilité intra observatrice qui correspond à la stabilité et à la cohérence de l'observation d'un événement spécifique à des moments différents par le même observateur.
4. Une validation des résultats obtenus a été menée au moyen d'une confrontation avec les objectifs poursuivis. Deslauriers (1991) déclare : « La validité signifie que la méthode de recherche utilisée a été capable de répondre à la question posée » (p. 99).

Il faut noter que nous avons trois enregistrements vidéo pour chacune des deux séances de classe. En effet, trois caméras étaient positionnées dans la salle de classe : deux à l'avant, entre le bureau de l'enseignant et les premières paillasses, et une à l'arrière, au niveau des tables situées au fond de la classe. L'enregistrement vidéo de cette dernière caméra a été visionné en premier (elle filmait l'ensemble de la classe). Les deux premières étapes explicitées précédemment ont alors été réalisées. Les deux autres enregistrements ont ensuite été observés, la grille d'analyse a été modifiée (si nécessaire) et un codage des unités de sens complémentaire a été effectué. Les étapes 3 et 4 ont achevé le processus d'analyse. L'ensemble de ces éléments a été réalisé pour les deux séances de classe étudiées.

4.3.2 *La grille d'analyse*

Pour l'analyse des enregistrements vidéo des pratiques d'enseignement-apprentissage, nous avons dégagé du cadre de référence un ensemble de dimensions en adéquation avec nos objectifs spécifiques de recherche. De manière à répondre à ces objectifs rappelés au début de la partie portant sur la méthodologie, les dimensions retenues sont les suivantes :

1. La dimension liée au contenu enseigné qui répond à la question « quoi enseigner ? ».
2. La dimension liée aux différents dispositifs instrumentaux et procéduraux mis en œuvre qui répond à la question « comment enseigner ce qui est enseigné ? ».

Chaque dimension a été décomposée en indicateurs, ainsi que le présente le tableau ci-dessous (tableau 7). Nous précisons, comme précédemment, que toutes les composantes situées dans les cellules grisées du tableau sont codées, les autres composantes relevant des analyses et interprétations *a posteriori*.

Tableau 7 : Représentation des dimensions et des indicateurs retenus pour l'analyse des observations

« Quoi ? » Les savoirs disciplinaires en SVT	Savoirs mobilisés	Savoirs conceptuels Habiletés Attitudes	
	Savoirs visés	Démarches d'investigation scientifique	
	Savoirs conceptuels	Concepts	
	Habiletés	Intellectuelles Techniques Syntaxiques	
	Attitudes	Intellectuelles Comportementales	
	Démarches d'investigation scientifique	Composantes	Formuler un problème scientifique. Planifier et mettre en œuvre l'investigation scientifique (démarches expérimentales, observation, etc.). Formuler des énoncés scientifiques.
		Processus	Circulaire Linéaire Deux processus linéaires (DIS et autres savoirs séparés) Linéaire sans savoir préalable
« Comment ? » Les dispositifs	Instrumentaux	Pédagogiques	Matériels sans lien avec les SVT, comme le tableau, le vidéoprojecteur, le cahier, etc.
		Didactiques	Matériel en lien avec les SVT, comme le matériel de laboratoire.
	Procéduraux	Organisationnels	L'organisation de la classe. L'ordre et la durée des composantes des DIS. Temps de parole de l'enseignant.
		Niveau de mise en œuvre des démarches d'investigation scientifique (confirmatoire, structurée, guidée, ouverte)	Degré de connaissance par les élèves de la réponse au problème. Formulation du problème. Proposition du protocole. Réalisation du protocole. Analyse, interprétation et formulation d'énoncés scientifiques.

Voici un exemple d'utilisation de la grille ci-dessus (figure 17) : il s'agit d'un extrait de la vidéo de la séance de classe de 3^{ème}. Cet extrait montrant les inscriptions notées sur le tableau met en évidence la présence de deux composantes des DIS identifiées par l'enseignant comme étant la formulation d'un problème (ici donné par l'enseignant) et la proposition d'hypothèses par les élèves.

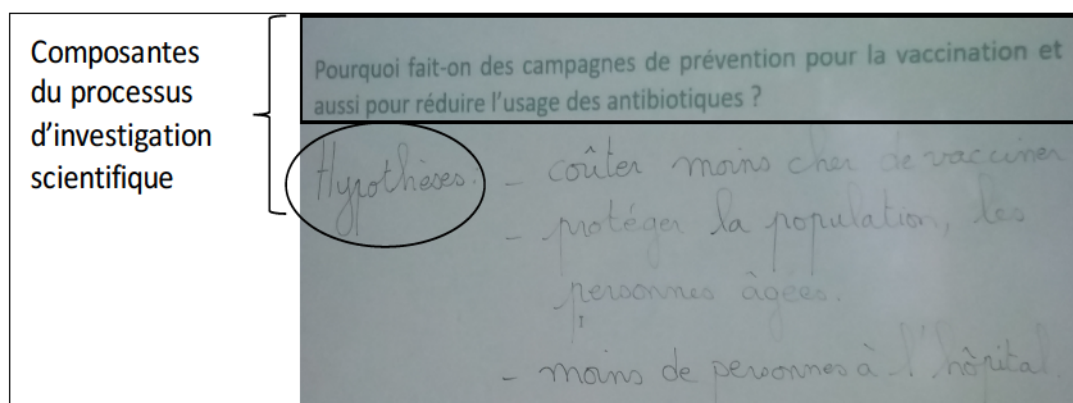


Figure 17 : Représentation du tableau lors de la séance de classe avec les élèves de 3^{ème}

Dans la section suivante, nous évoquons les différentes considérations déontologiques mises en place lors de la présente recherche.

5. LES CONSIDERATIONS DEONTOLOGIQUES

La présente recherche doctorale, après en avoir fait la demande, a été déclarée conforme aux principes éthiques énoncés dans la politique en matière d'éthique de la recherche avec des êtres humains (2500-028). À ce titre, elle a reçu un certificat de conformité délivré par le comité d'éthique de la recherche en éducation et sciences sociales de l'Université de Sherbrooke (annexe O).

Comme évoqué plus haut dans ces pages, pour les participants, cette recherche a consisté dans un premier temps à compléter un questionnaire mis à disposition en ligne. Par la suite, ces mêmes répondants pouvaient, s'ils le souhaitaient, participer à une entrevue téléphonique. Le seul inconvénient lié à leur participation a été le temps qu'ils y ont consacré, soit environ 20 minutes pour le questionnaire et 30 minutes pour l'entrevue. La participation à cette étude s'est faite sur la base du volontariat. Les participants étaient entièrement libres de participer ou non, et de se retirer à tout moment sans avoir à motiver leur décision ni à subir de préjudice de quelque nature que ce soit. Ajoutons que les participants à chacune des étapes du projet pouvaient communiquer avec nous.

Pour éviter l'identification des personnes participantes à cette recherche, les données recueillies par cette étude ont été traitées de manière entièrement confidentielle. La confidentialité a été assurée par l'emploi d'un numéro pour chacun des participants à cette étude. Les résultats de la recherche ne permettent pas d'identifier les personnes participantes. Ceux-ci seront uniquement diffusés dans la thèse, dans des articles, ainsi que dans des communications à des congrès. Les données recueillies sont conservées sous clé et seuls les chercheurs impliqués dans le projet y ont accès. Les données seront détruites au plus tard cinq années après la fin du projet, soit en 2023, et ne seront pas utilisées à d'autres fins que celles décrites ici.

Considérant plus particulièrement les observations réalisées en classe d'un point de vue déontologique, notre recherche a respecté les éléments suivants :

1. L'enseignant et le chef d'établissement ont été pleinement informés de nos démarches, ainsi que de nos objectifs scientifiques. De plus, par signature d'un courrier, le chef d'établissement et l'enseignant ont donné leur autorisation de filmer en classe.

2. Les parents des élèves nous ont autorisée à filmer leurs enfants, sans contrainte et de façon éclairée, par l'intermédiaire de l'enseignant.
3. L'enseignant a été identifié par un code permettant d'assurer la confidentialité des résultats. Dans le même sens, ni le nom ni la localisation de l'établissement scolaire ne sont révélés. Ainsi, nous pensons donc respecter l'anonymat de chacun.

6. LES APPORTS ET LES LIMITES DE LA RECHERCHE

Cette recherche, qui a pour objectif d'identifier à travers les pratiques d'enseignement l'articulation des démarches d'investigation scientifique avec les autres savoirs composants la structure disciplinaire, s'avère une contribution nécessaire à la consolidation d'un corpus de connaissances scientifiques dans le domaine des sciences de l'éducation, en particulier dans le champ de la didactique des sciences, pouvant éventuellement alimenter la formation à l'enseignement. Tout d'abord, elle propose une double lecture des pratiques d'enseignement en sciences de la vie et de la Terre au secondaire inférieur réalisées par des enseignants en France. En effet, cette étude met en place un dispositif complexe d'analyse des pratiques à travers une méthode mixte (figure 18) qui fait appel, d'une part, à l'analyse des pratiques déclarées par questionnaire et entrevues et, d'autre part, à l'analyse de ce que fait concrètement un enseignant (constaté par observation en classe) associée au sens qu'il donne à son action (constaté par entrevues).

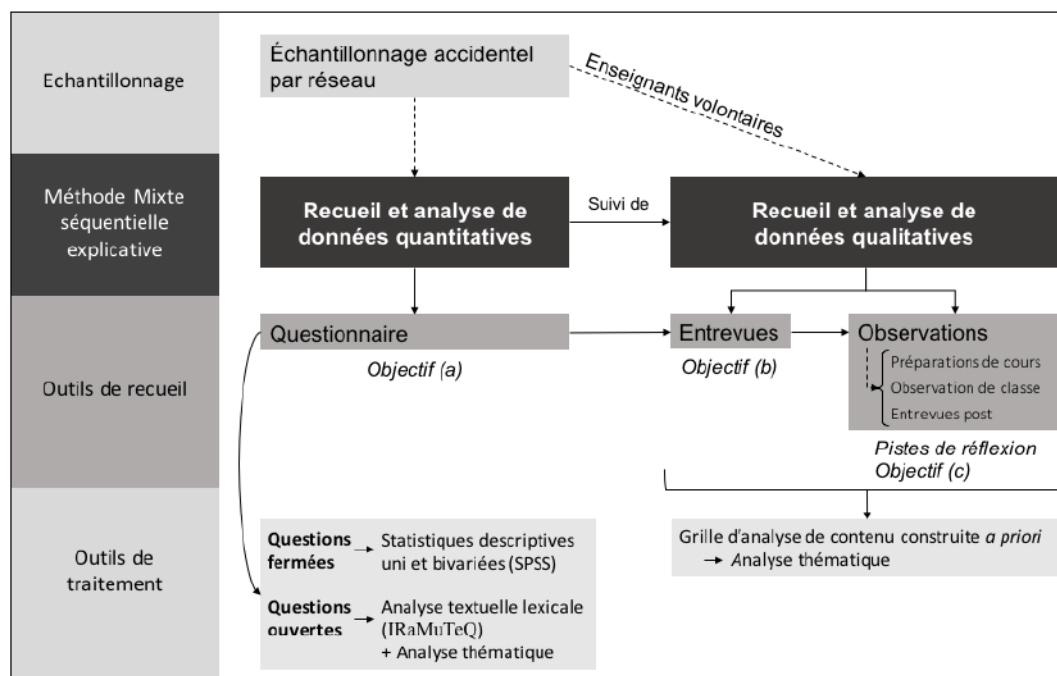


Figure 18 : Représentation synthétique de la méthode employée pour apporter des éléments de réponse aux objectifs de recherche

Par ailleurs, cette recherche approfondit les connaissances de la communauté scientifique portant sur les démarches d'investigation scientifique mises en œuvre en classe dans des collèges français. Elle constitue en fait un corpus supplémentaire de connaissances sur : les finalités sous-jacentes aux pratiques, les objets d'apprentissage privilégiés lors de mises en œuvre de DIS, et les dispositifs instrumentaux et procéduraux utilisés par les enseignants et leurs élèves. Car, malgré l'importance attribuée à la recherche sur les pratiques d'enseignement en lien avec les démarches d'investigation en sciences (s'appuyant sur les nouvelles orientations en matière d'enseignement), ce que font les enseignants pour articuler les DIS avec les autres savoirs composants la structure disciplinaire reste encore peu documenté. C'est en ce sens que nous croyons que les résultats de cette thèse permettront d'alimenter la réflexion de l'ensemble des acteurs impliqués dans la formation à l'enseignement ; notamment les didacticiens des sciences, ainsi que tout enseignant et inspecteur de l'Éducation nationale qui accompagnent les futurs enseignants et les enseignants plus expérimentés sur le terrain.

Malgré ces apports, nous tenons à souligner que la lecture et l'interprétation des données doivent se faire toutefois en regard d'un certain nombre de limites que cette étude comporte.

Une première limite renvoie au recours au concept d'intervention éducative en tant que modélisation de la pratique d'enseignement. Il faut reconnaître que, malgré les nombreux avantages des modèles pour la compréhension et l'explication du réel, un modèle, en tant que représentation schématique et simplifiée d'une partie du réel, demeure « toujours plus simple que l'objet, le phénomène ou le processus qu'il est supposé représenter » (Willett, 1992, p. 32). Ainsi, le concept d'intervention éducative ne constitue qu'une représentation simplifiée, relative, incomplète et temporaire de la pratique d'enseignement. À notre sens, le concept d'intervention éducative doit être compris comme un construit théorique permettant de tracer, de la façon la plus fidèle possible, un portrait des pratiques déclarées et observées.

Nous avons identifié deux autres limites d'ordre méthodologique. Nous avons travaillé, bien qu'il soit proche de la population de référence, avec un échantillon non probabiliste de nature accidentelle constitué uniquement d'enseignants volontaires pour le questionnaire, et nous n'avons considéré qu'un sous-échantillon limité de volontaires pour les entrevues. Comme le souligne Fortin (1996), les résultats d'études provenant d'échantillons non probabilistes se prêtent peu à la généralisation. Cependant, cette limite peut être compensée au moins en partie par l'emploi de la méthode mixte. Par ailleurs, ces échantillons constitués par des volontaires peuvent conduire à dégager une image non représentative du réel observé. Le participant volontaire, souligne Van der Maren (1996), « est toujours quelqu'un d'intéressé, sinon directement par les effets attendus du projet de recherche, du moins par une valorisation sociale » (p. 325).

La dernière limite est liée à l'observation des pratiques. Tout d'abord, seul un enseignant a accepté d'être filmé lors de pratiques ordinaires en classe. Le nombre de cas réduit à son minimum, bien que permettant de confirmer et d'illustrer une partie des pratiques déclarées des enseignants interrogés, ne donne qu'une idée très restreinte du sens que les enseignants accordent à leurs pratiques. L'observation de cet enseignant, ainsi que l'entrevue qui a suivi, nous fournissent, cependant, des pistes de réflexion qu'il faudra interroger dans des travaux de recherche à venir. Cette méthode comporte, par ailleurs, plusieurs limites évidentes. Par exemple, des modifications sont causées par la présence d'un observateur. Certes, nous avons pris différentes mesures en vue de réduire l'impact de la présence du chercheur sur le comportement de l'enseignant, ainsi que sur la dynamique propre aux classes observées, mais cela n'efface pas les limites dont il faut tenir compte pour l'analyse des résultats. Par conséquent, la prudence s'impose lors de l'analyse et de l'interprétation des résultats, afin d'éviter toute conclusion hâtive.

Il n'en demeure pas moins que les résultats issus de cette étude, quoique ponctuels, sont assez révélateurs pour justifier l'entreprise d'autres études plus approfondies sur ce phénomène. En effet, cette recherche apporte une pierre importante à l'étude des DIS en classe. À ce sujet, quelques pistes pour la réalisation de nouvelles recherches sont présentées dans la cinquième partie de cet écrit.

QUATRIEME CHAPITRE PRÉSENTATION DES RESULTATS

Dans ce chapitre, les résultats obtenus sont présentés en fonction de chacune des phases correspondant à notre méthode de recherche de nature séquentielle. Se suivent donc les résultats du questionnaire, ceux des entrevues semi-dirigées et enfin ceux des observations, exposés en fonction de nos objectifs spécifiques de recherche en lien avec notre cadre conceptuel (quoi ? comment ? et pourquoi ?). Les caractéristiques de notre échantillon sont présentées dans une première partie. Ensuite, l'analyse des données issues du questionnaire, correspondant uniquement aux répondants ayant déclaré faire mettre en œuvre des DIS par leurs élèves en classe (sous-échantillon 1), est développée dans une deuxième partie. L'analyse des données obtenues à partir des entrevues semi-dirigées (sous-échantillon 2) est exposée dans une troisième partie. Enfin, l'analyse des données provenant des observations (sous-échantillon 3) est dévoilée dans une dernière partie (figure 19).

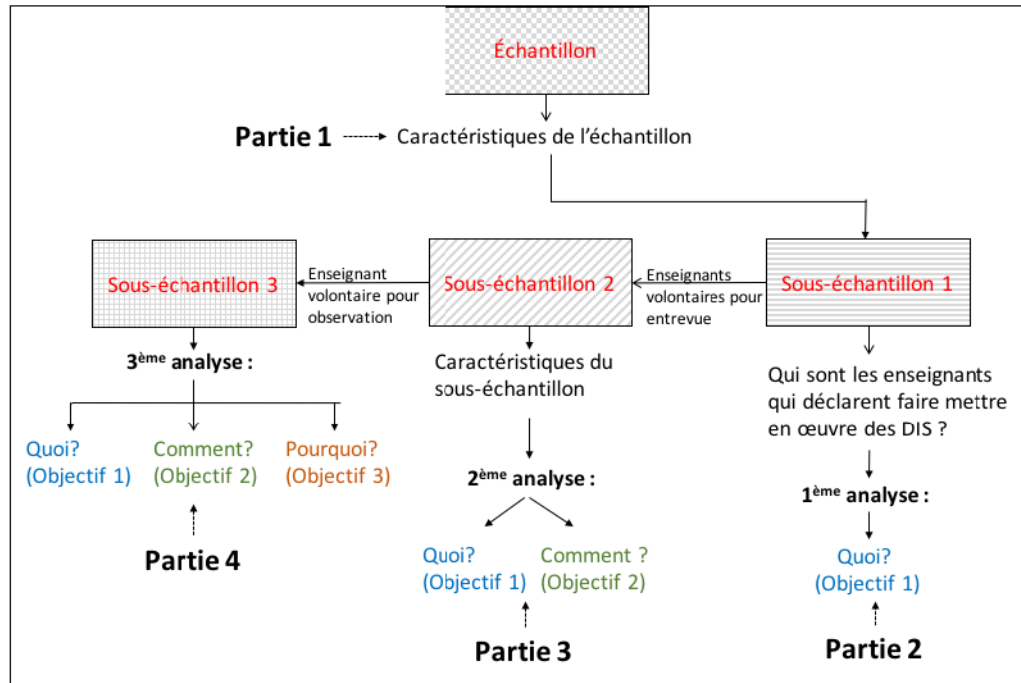


Figure 19 : Représentation des différentes analyses effectuées en fonction de la provenance des données (questionnaire, entrevues semi-dirigées, observation)

Dans une première partie, nous exposons les caractéristiques de l'échantillon.

1. LES CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON

Dans cette partie, les caractéristiques de l'échantillon ($n = 262$) sont présentées suivant différents critères : le type d'établissement (public/privé), le genre (féminin, masculin), l'âge, le concours d'enseignement le plus élevé obtenu, la ou les fonction(s) des répondants (enseignant stagiaire, enseignant, enseignant formateur), leurs formations sur les DIS, leurs expériences et s'ils exercent dans un établissement scolaire classé en Zone d'Éducation Prioritaire (ZEP).

1.1 Le lieu d'exercice des répondants : dans un établissement public ou dans un établissement privé

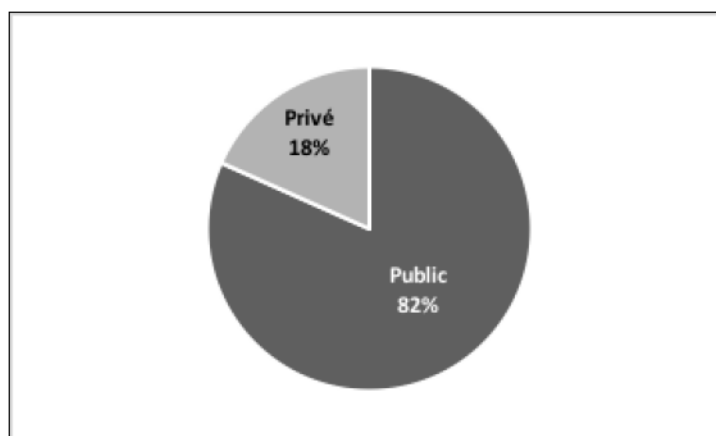


Figure 20 : Proportion d'enseignants exerçant dans un établissement public/privé (en %)

La figure 20 montre que l'échantillon est composé de 82 % d'enseignants exerçant dans le public et 18 % d'enseignants travaillant dans un établissement privé.

1.2 Le genre des répondants (féminin ou masculin)

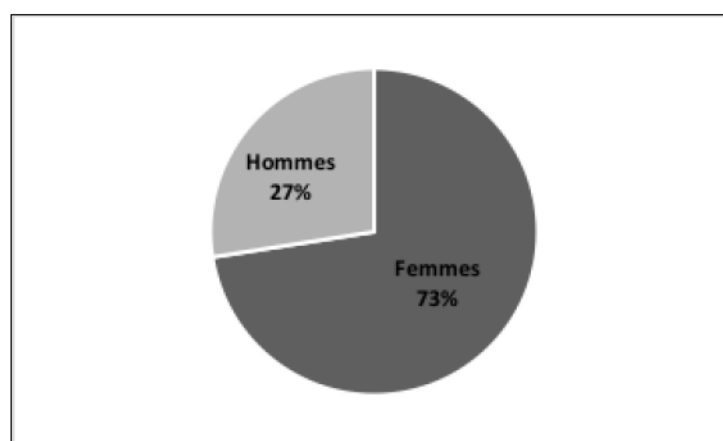


Figure 21 : Proportion de répondants suivant leur sexe (en %)

La figure 21 met en évidence que l'échantillon est composé de 73 % de femmes et de 27 % d'hommes.

1.3 L'âge des répondants

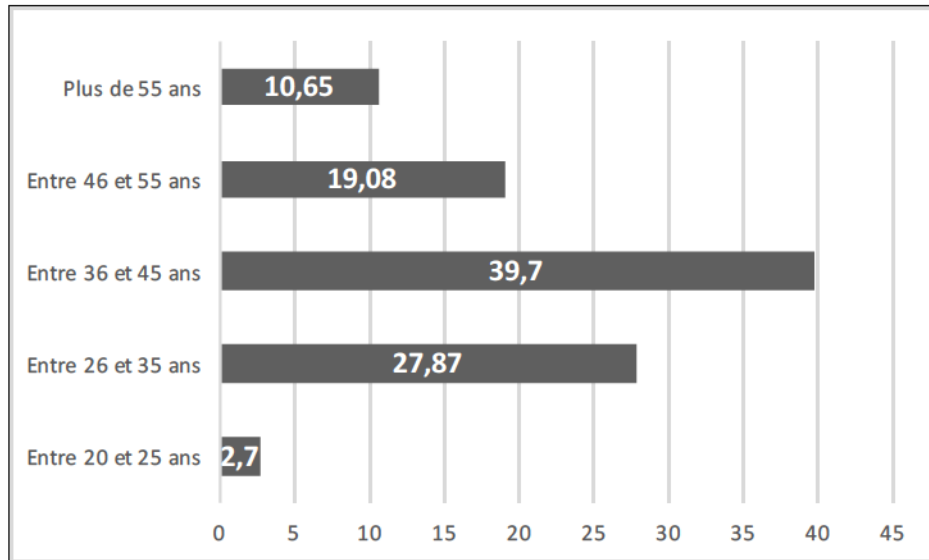


Figure 22 : Pourcentage des répondants selon leur catégorie d'âge (en %)

Les répondants (figure 22) se répartissent essentiellement au sein de trois catégories d'âge : entre 26 et 35 ans (27,87 %) ; entre 36 et 45 ans (39,7 %) et entre 46 et 55 ans (19,08 %). Seuls 2,7 % des répondants sont des enseignants âgés de moins de 26 ans et 10,65 % ont plus de 55ans. Par ailleurs, en prenant le centre de chaque catégorie, nous obtenons une moyenne (peu précise) de 41,1 ans : $((7*24)+(73*30,5)+(104*40,5)+(50*50,5)+(28*58))/262=41,1$.

1.4 Le concours le plus élevé obtenu par les répondants

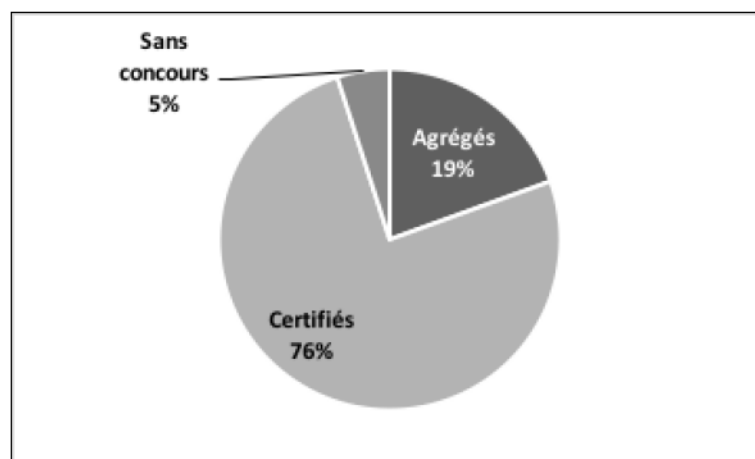


Figure 23 : Répartition des répondants suivant leur concours le plus élevé (en %)

Nous précisons qu'avant de réaliser le graphique ci-dessus (figure 23), nous avons supprimé les doublons, c'est-à-dire que nous avons privilégié le plus haut concours que possèdent les répondants (par exemple pour un enseignant qui possède à la fois le CAPES externe et l'agrégation interne, seule l'agrégation est comptabilisée ici).

L'échantillon est composé de 19 % d'enseignants agrégés, de 76 % d'enseignants certifiés et de 5 % d'enseignants sans concours.

1.5 La ou les fonction(s) exercée(s) par les répondants

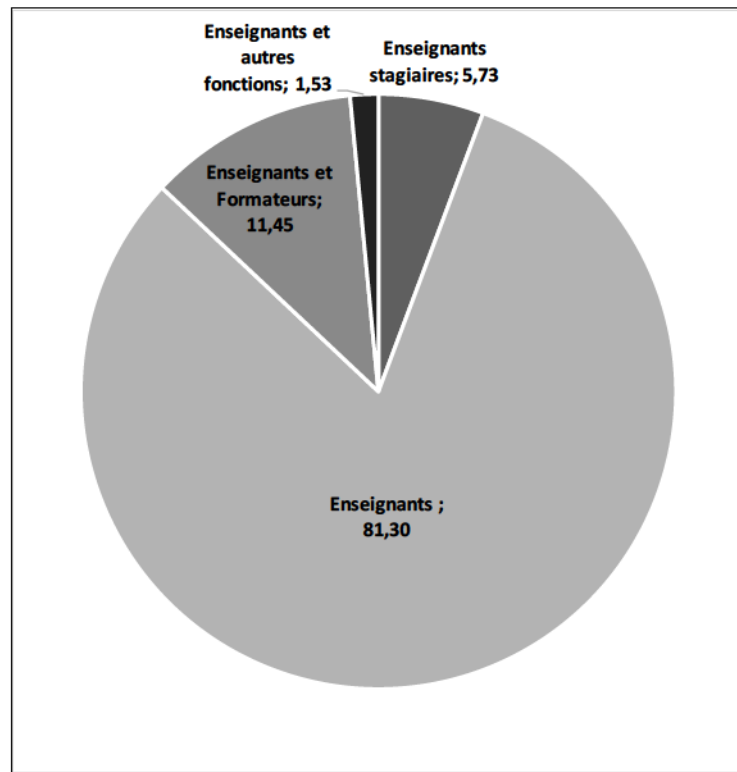


Figure 24 : Répartition des enseignants suivant leur(s) fonction(s) (en %)

Le diagramme circulaire ci-dessus (figure 24) montre que 81,3 % des répondants au questionnaire, faisant partie de l'échantillon, exercent uniquement la fonction d'enseignant, tandis que 11,45 % sont enseignants et formateurs, 5,73 % sont enseignants stagiaires et 1,53 % sont enseignants et exercent également une autre fonction ; par exemple, une mission syndicale.

1.6 La formation portant sur les DIS déclarée être reçue par les répondants

Dans cette section, nous exposons la répartition des répondants suivant : 1) le nombre d'heures sur les DIS déclaré être reçu en formation initiale, 2) le nombre d'heures sur les DIS déclaré être suivi en formation continue.

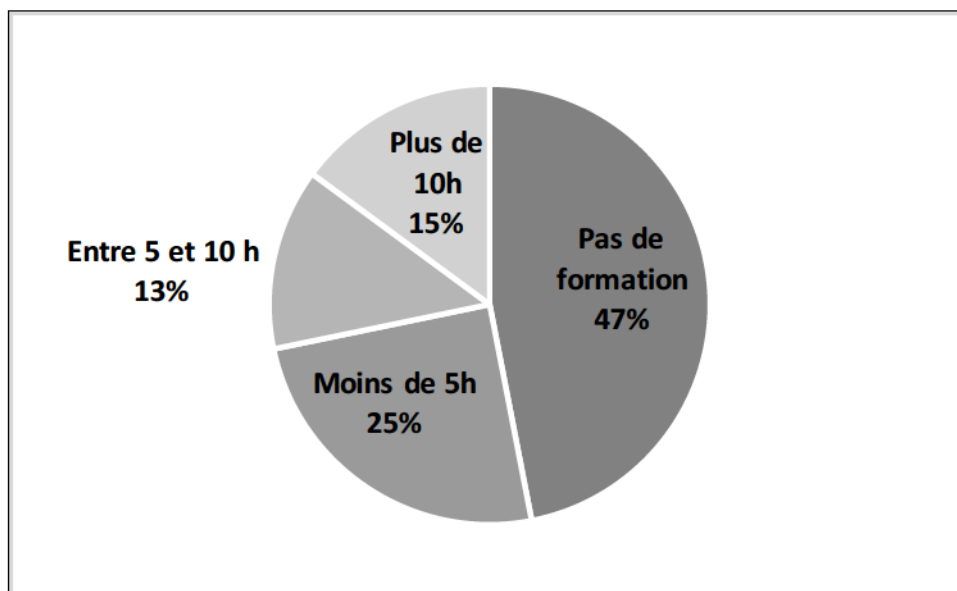


Figure 25 : Répartition des enseignants suivant le nombre d'heures sur les DIS déclaré avoir été reçu en formation initiale (en %)

Le diagramme circulaire (figure 25) révèle que 47 % des enseignants de l'échantillon déclarent ne pas avoir reçu de formation initiale portant sur les DIS tandis que 25 % des enseignants disent en avoir reçu une de moins de 5 heures, 13 % entre 5 et 10 heures, et 15 % déclarent avoir suivi plus de 10 heures de formation. Finalement, près de la moitié de notre échantillon exprime ne pas avoir été formée aux DIS lors de son cursus de formation supérieure initiale.

Ces enseignants ont-ils participé à une formation portant sur les DIS en dehors de leur cursus initial (en formation continue) ?

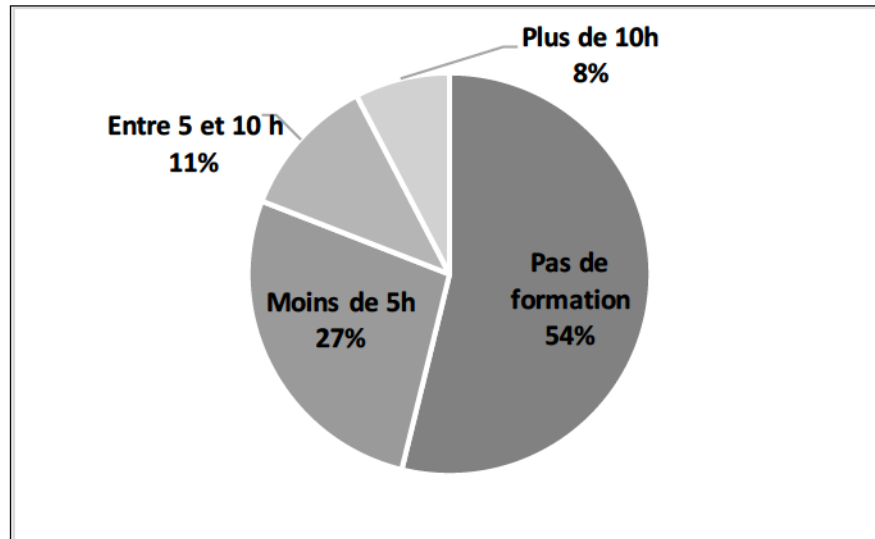


Figure 26 : Répartition des enseignants suivant le nombre d'heures sur les DIS déclaré avoir été reçu en formation continue (en %)

Le diagramme circulaire (figure 26) met en évidence que 54 % des enseignants de l'échantillon déclarent ne pas avoir suivi de formation continue portant sur les DIS. 27 % des enseignants disent avoir participé à moins de 5 heures de formation continue sur cette thématique, 11 % entre 5 et 10 heures et 8 % expriment avoir reçu plus de 10 heures. Plus de la moitié de notre échantillon relate ne pas avoir suivi de formation continue portant sur DIS.

Y a-t-il des répondants qui n'ont participé à aucune formation sur les DIS ou, au contraire, qui ont cumulé des heures de formation à la fois en formation initiale et en formation continue ?

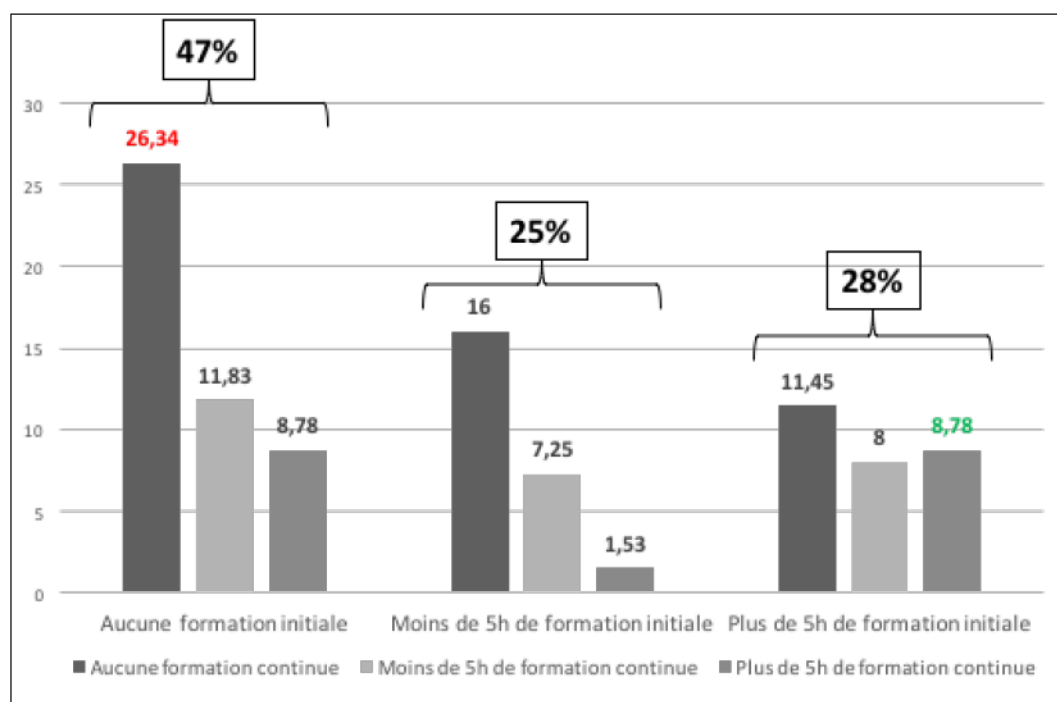


Figure 27 : Répartition des enseignants suivant le nombre d'heures portant sur les DIS déclaré avoir été reçu en formation continue et en formation initiale (en %)

Cet histogramme (figure 27) met en relief que, parmi les 47 % de répondants qui disent ne pas avoir suivi de formation initiale sur les DIS, la majorité exprime également ne pas avoir participé à une formation continue portant sur les DIS (26,34 %, en rouge sur le graphique). Par ailleurs, 8,78 % (en vert sur le graphique) déclarent avoir suivi à la fois plus de 5 heures de formation initiale et plus de 5 heures de formation continue sur cette thématique.

1.7 L'expérience en collège et en lycée des répondants

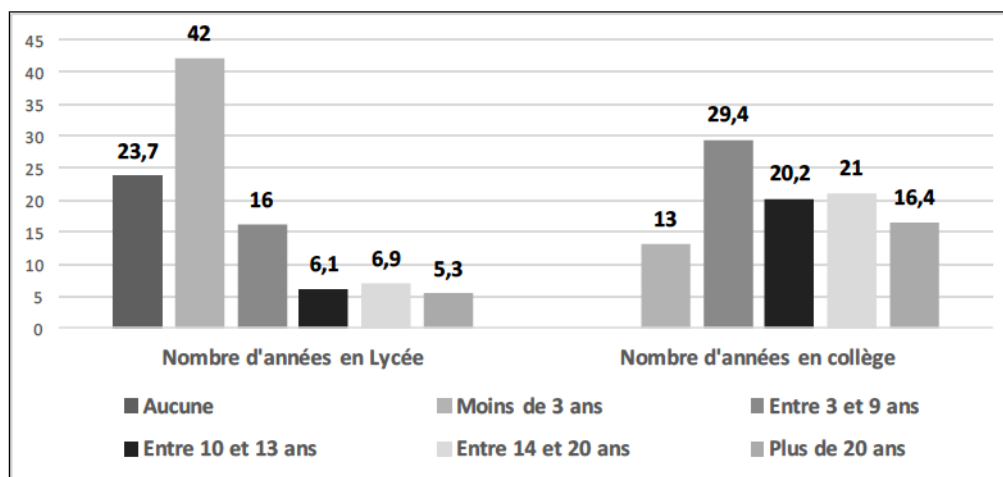


Figure 28 : Répartition des enseignants suivant le nombre d'années d'expérience en lycée et en collège déclaré (en %)

Cet histogramme (figure 28) indique que 23,7 % des enseignants de l'échantillon répondent n'avoir aucune expérience en lycée, 42 % moins de 3 ans d'expérience, 16 % entre 3 et 9 ans d'expérience et 18,3 % estiment avoir plus de 9 ans d'expérience. Cet histogramme met également en évidence que tous les enseignants de l'échantillon déclarent avoir de l'expérience en collège, 13 % moins de 3 ans d'expérience, 29,4 % entre 3 et 9 ans d'expérience et 57,6 % disent cumuler plus de 9 ans d'expérience. Ces résultats permettent de vérifier la cohérence de notre échantillon par rapport à la population de référence. En effet, ils montrent que notre échantillon ne semble pas contenir (suivant les réponses des enseignants) de répondant n'ayant jamais enseigné au collège.

1.8 Les répondants exerçant dans un établissement public classé en ZEP

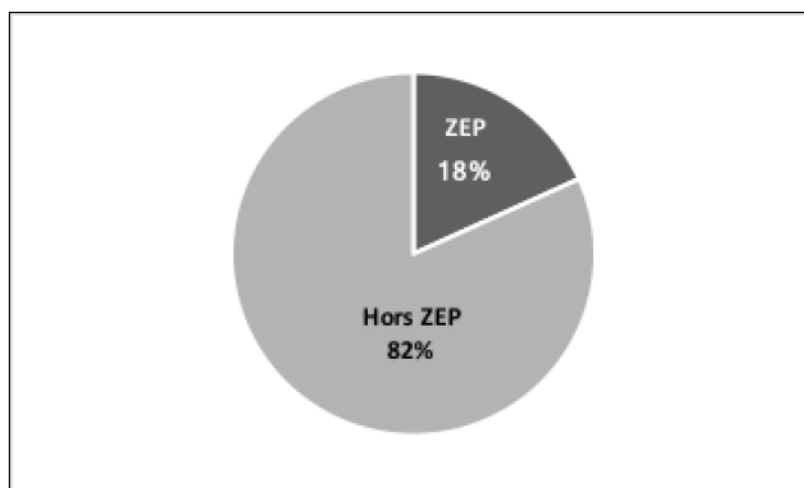


Figure 29 : Répartition des enseignants du public suivant s'ils exercent en ZEP ou hors ZEP (en %)

Ce diagramme circulaire montre que 18 % des répondants de l'échantillon déclarent exercer dans un établissement public classé en zone éducative prioritaire (figure 29).

La partie suivante présente les résultats obtenus à partir de l'analyse des données issues du questionnaire.

2. LES DONNEES ISSUES DU QUESTIONNAIRE

Dans cette partie, nous analysons les réponses données par les enseignants à chacune des questions du questionnaire. Nous cherchons en premier lieu à savoir qui sont les enseignants qui déclarent faire mettre en œuvre des DIS par leurs élèves en classe. En second lieu, nous tentons d'apporter des réponses à notre premier objectif spécifique de recherche : quoi ?

Rappelons que l'ensemble des données obtenues avec le questionnaire à travers les questions fermées sont analysées avec le logiciel SPSS® et que celles issues des questions ouvertes (définition des DIS et les raisons évoquées par les enseignants pour faire mettre en œuvre des DIS par leurs élèves en classe) sont analysées suivant une double approche : lexicale avec le logiciel IRaMuTeQ et thématique avec une grille d'analyse de contenu.

2.1 Les répondants ayant déclaré faire mettre des DIS par leurs élèves en classe

Dans les développements qui suivent, nous nous intéressons spécifiquement aux enseignants qui déclarent faire mettre en œuvre des DIS par leurs élèves en situation de classe (sous-échantillon 1). Nous rappelons que notre recherche porte sur l'articulation des DIS avec les autres savoirs qui constituent la structure disciplinaire. C'est pourquoi, dans cette section, nous cherchons à identifier quels sont ces enseignants qui ont répondu « oui » à la question suivante du questionnaire : « Les contraintes inhérentes à la classe et/ou à l'établissement scolaire (hétérogénéité des élèves, durée des cours, matériel, etc.) vous permettent-elles de faire mettre en œuvre entièrement ou partiellement des démarches d'investigation scientifique¹⁵ par vos élèves ? ».

¹⁵ Le questionnaire indique : « Les questions qui suivent portent sur les démarches d'investigation scientifique. Nous précisons qu'il ne s'agit pas uniquement des démarches d'investigation prescrites par l'institution au travers des programmes scolaires mais des démarches à caractère scientifique au sens large. »

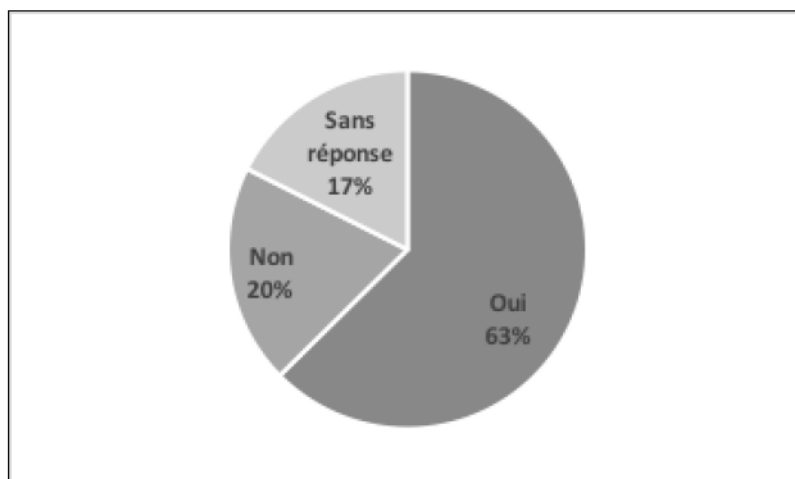


Figure 30 : Répartition des enseignants suivant qu'ils déclarent faire mettre en œuvre des DIS ou non (en %)

Ce dernier diagramme circulaire (figure 30) met en lumière que 63 % des répondants déclarent faire mettre en œuvre des DIS par leurs élèves en classe, malgré les contraintes de la classe et/ou de l'établissement dans lesquels ils exercent, et que 20 % affirment ne pas faire mettre en œuvre ces démarches. 17 % des répondants n'ont pas fourni de réponse à cette question. Nous pouvons supposer que parmi ces derniers se trouvent certains enseignants qui n'ont pas osé répondre non. Par conséquent, il apparaît que le chiffre de 20 %, correspondant aux enseignants qui déclarent ne pas avoir recours à des démarches d'investigation pour enseigner les SVT, est sous-évalué. Néanmoins, nous n'excluons pas la possibilité que des enseignants n'aient pas donné de réponse à cette question par méconnaissance des DIS.

Qui sont ces enseignants qui déclarent faire mettre en œuvre des DIS à leurs élèves en classe ? Par exemple, les enseignants agrégés sont-ils plus nombreux à déclarer faire mettre en œuvre des DIS ?

Les analyses réalisées ici sont des analyses bivariées. Il s'agit de regarder si certaines variables de contexte (l'établissement public ou privé, le genre, l'expérience, l'établissement ZEP ou non, l'âge, la formation, la fonction exercée et le concours obtenu) ont une influence sur le choix des répondants à la question : « Les contraintes inhérentes à la classe et/ou à l'établissement scolaire (hétérogénéité des élèves, durée des cours, matériel, etc.) vous permettent-elles de faire mettre en œuvre entièrement ou partiellement des DIS par vos élèves ? ». Des tableaux de contingence ont été construits, des coefficients de vraisemblance L^2 (*Likelihood Ratio Chi Square*) ont été calculés de façon à mettre en évidence l'existence ou non d'une liaison entre deux variables étudiées et l'intensité de ces liaisons (quand elles existent) est mesurée avec le V de Cramer. Le coefficient de vraisemblance est considéré significatif lorsque son risque d'erreur est inférieur à 5% ($p < .05$).

Les analyses montrent que les variables de contexte suivantes : établissement public/privé, genre, établissement ZEP/hors ZEP, âge, formation, fonction exercée et expérience n'influencent pas de façon significative la réponse des enseignants. Seuls les résultats portant sur les enseignants n'ayant pas été reçus à un concours (figure 30) sont statistiquement significatifs, démontrant ainsi une relation avec une structure d'association faible ($L^2 = 6.180$, $p < .05$; $V = .0185$, $p < .05$).

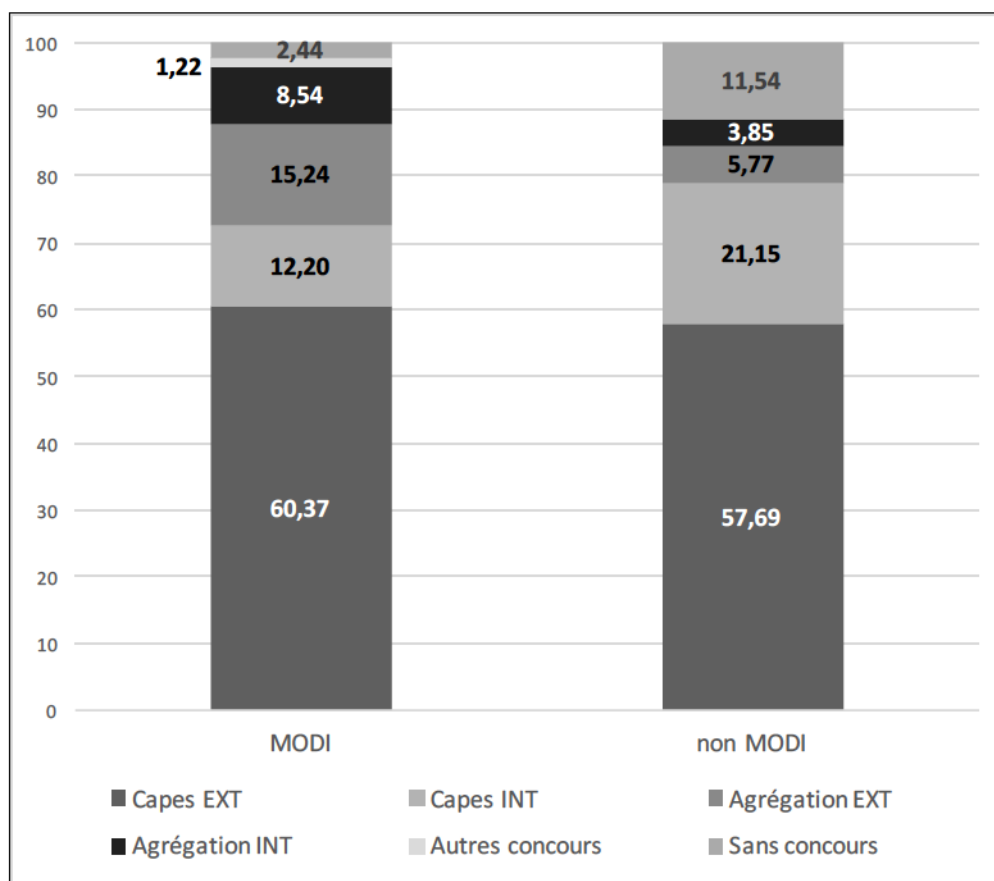


Figure 31 : La réponse des enseignants¹⁶ en fonction du concours le plus élevé obtenu (en %)

Nous précisons que nous regroupons ici sous les termes de CAPES ou d'agrégation aussi bien les concours de l'enseignement public que ceux de l'enseignement privé (par exemple, nous regroupons le CAPES externe du public avec le CAFEP du privé). L'histogramme ci-dessus (figure 31) montre que les répondants MODI (répondants déclarant faire mettre en œuvre des DIS par leur élèves) sont constitués de la même proportion d'enseignants ayant le CAPES externe que les répondants non MODI (répondants déclarant ne pas faire mettre en œuvre de DIS). En revanche, nous remarquons un pourcentage plus important d'enseignants ayant le CAPES interne (21,15 %) et ne possédant aucun concours

¹⁶ À la question : « Les contraintes inhérentes à la classe et/ou à l'établissement scolaire (hétérogénéité des élèves, durée des cours, matériel, etc.) vous permettent-elles de faire mettre en œuvre entièrement ou partiellement des démarches d'investigation scientifique par vos élèves ? ».

(11,54 %) chez les répondants non MODI contre respectivement 12,2 % et 2,44 %. De la même manière, nous observons un pourcentage moins important d'enseignants agrégés (agrégation externe et interne) chez les répondants non MODI avec 9,62 % contre 23,8 % chez les répondants MODI. Cependant, seuls les résultats portant sur les enseignants n'ayant pas été reçus à un concours sont significatifs.

Au final, nous n'avons pas montré l'existence de relation entre les enseignants qui déclarent faire mettre en œuvre des DIS et les variables de contexte correspondant à leurs caractéristiques personnelles (genre, âge, etc.) utilisées dans cette recherche. Le choix des enseignants de répondre « oui » ou « non » à cette question n'apparaît pas lié statistiquement à leurs caractéristiques personnelles. Il semble que seuls les résultats portant sur les enseignants n'ayant pas été reçus à un concours sont statistiquement significatifs. Ainsi, nous pouvons dire que les enseignants qui n'ont pas été reçus à un concours de l'enseignement, sont statistiquement plus nombreux à déclarer ne pas faire mettre en œuvre des DIS par leurs élèves.

2.2 Les savoirs disciplinaires en SVT : quoi ?

Les analyses qui suivent, ont été réalisées à partir d'un sous-échantillon que nous avons nommé sous-échantillon 1 ($n = 164$). Ce dernier est composé de répondants ayant déclaré faire mettre en œuvre des DIS par leurs élèves en classe. Nous présentons dans une première section les caractéristiques des DIS que les enseignants relatent faire mettre en œuvre. Dans une deuxième section, nous explicitons les savoirs disciplinaires (savoirs conceptuels, habiletés, attitudes, éléments de DIS) que les enseignants déclarent viser lors de DIS et également les savoirs disciplinaires qu'ils disent souhaiter faire mobiliser par leurs élèves. Puis, dans une dernière section, nous exposons le type d'articulation déclaré être privilégié par les enseignants concernant l'ensemble des savoirs disciplinaires.

2.2.1 Les caractéristiques des démarches d'investigation scientifique déclarées être mises en œuvre en classe

Nous analysons dans cette section les réponses apportées par les enseignants à quatre questions contenues dans la deuxième partie du questionnaire nommée « les démarches d'investigation scientifique » : deux questions ouvertes et deux questions fermées. Les deux premières portent sur les définitions des DIS et les raisons de faire mettre en œuvre ces démarches par les élèves. Une troisième question demande aux répondants comment ils considèrent les DIS (par exemple comme « savoir à acquérir ») et la dernière question permet aux enseignants d'exprimer quelles sont les différentes composantes des DIS que leurs élèves mettent en œuvre en classe.

Nous rappelons que les questions ouvertes sont analysées suivant une double approche : lexicale avec le logiciel IRaMuTeQ et thématique avec une grille d'analyse du contenu. Pour chacune des deux questions ouvertes, l'analyse statistique textuelle est présentée en premier et suivie de l'analyse qualitative.

2.2.1.1 Les définitions des DIS

Il s'agit ici d'analyser les réponses des enseignants à la proposition suivante : « Donnez une courte définition qui selon vous caractérise le mieux les démarches d'investigation que vous faites mettre en œuvre par vos élèves en classe ».

Analyses lexicales

Trois analyses statistiques ont été réalisées : la fréquence des formes actives employées par les enseignants, l'étude des cooccurrences de ces formes actives et la classification hiérarchique descendante.

D'une manière générale, les enseignants définissent les DIS en utilisant essentiellement les termes de problème et d'hypothèse (après lemmatisation) avec une fréquence respective de 79 et 65 (tableau 8). Ils emploient aussi d'autres termes pour évoquer « un problème » : questionnement, question et problématique (fréquence : 12). Ces deux termes (problème et hypothèse) sont liés à des habiletés qui correspondent à des éléments de DIS. D'autres habiletés en lien avec les DIS sont nommées par les enseignants pour définir ces démarches. À titre d'exemple, nous pouvons citer « expérience » (fréquence : 23) ou « observation » (fréquence : 15). Ces termes représentent également des étapes des DIS (comme celles inscrites dans les programmes scolaires). D'autres termes comme « élève » (fréquence : 41), « démarche » (fréquence : 37) ou « scientifique » (fréquence : 28) apparaissent de façon importante dans les déclarations des enseignants interrogés. Nous notons, par ailleurs, que certains termes sont particulièrement employés au singulier comme « problème » (une fréquence de 72 sur 79) ou « démarche » (une fréquence de 31 sur 37), alors que d'autres mots comme « hypothèse » ou « expérience » sont utilisés à la fois au singulier et au pluriel. Il semble que ces enseignants perçoivent les DIS comme « une démarche d'investigation » à partir d'un « problème » unique. De plus, les enseignants interrogés semblent davantage considérer cette démarche comme réalisée par les élèves et non par eux (le pronom personnel « je » est employé seulement 2 fois dans l'ensemble du corpus).

Tableau 8 : Fréquence des formes actives (noms et adjectifs) présentes dans les définitions fournies par les enseignants

Formes actives les plus fréquentes	Fréquence totale	Fréquence du singulier	Fréquence du pluriel
Problème	79	72	7
Hypothèse	65	20	45
Élève	41		
Démarche	37	31	6
Scientifique	28		
Recherche	23		
Expérience	23	11	12
Résolution	16		
Résultat	15		
Observation	15		
Situation	13		
Savoir	13	10	3
Questionnement	12		
Question	12		
Problématique	12		
Réponse	11		
Expérimental	11		
Stratégie	10		
Document	10		
Conclusion	10		
Autonomie	10		

Par ailleurs, trois termes reliés aux savoirs disciplinaires sont évoqués (avec des fréquences peu élevées, voire très faibles) par les enseignants pour définir les DIS (tableau 9). Il s'agit de savoir (fréquence : 13), de connaissance (fréquence : 3) et notion (fréquence : 1). Les enseignants ne paraissent pas considérer ces savoirs comme prégnants pour définir les DIS. Les termes de connaissance et de notion peuvent être associés aux savoirs conceptuels, alors que celui de savoir peut renvoyer à n'importe quel savoir disciplinaire.

Tableau 9 : Fréquence des termes en lien avec les savoirs disciplinaires présents dans les définitions fournies par les enseignants

Formes actives peu fréquentes	Fréquence totale
Savoir	13
Connaissance	3
Notion	1

La figure 32 met en évidence les cooccurrences entre les différentes formes actives provenant des définitions données par les enseignants (plus le trait reliant deux termes est épais, plus ces deux termes se retrouvent ensemble dans le discours des enseignants). Il s'agit d'une analyse des cooccurrences présentée sous forme de graphique des mots associés. Nous observons que l'ensemble des formes actives se rattache soit au terme problème soit à celui d'hypothèse. Nous observons également une forte cooccurrence entre les mots problème et hypothèse. De plus, le terme de problème est également en relation avec ceux de démarche, d'élève, de recherche et de scientifique. Également, en observant la figure 32, il est possible de voir que l'élève résout ou constate un problème « scientifique » et que la démarche est une démarche d'investigation, une méthode en plusieurs étapes. Le terme d'hypothèse est, quant à lui, en lien avec celui d'expérience, laissant penser que les hypothèses se vérifient essentiellement par l'expérience.

Par ailleurs, pour compléter l'analyse portant sur les définitions évoquées par les enseignants au sujet des DIS, il est possible de réaliser une classification hiérarchique descendante qui permet de regrouper ces définitions en cinq classes : (1) Résolution de problème ; (2) Démarche de recherche en autonomie (démarche pédagogique) ; (3) Démarche composée de différentes étapes (accentuation sur le processus) ; (4) Conception d'un processus d'investigation ; (5) Démarche expérimentale (figure 33). Nous avons également regardé si une ou plusieurs variables de contexte correspondant aux caractéristiques personnelles des répondants pouvaient être liées de façon statistiquement significative à l'une des

cinq classes ci-dessus. Seule la classe 2 paraît pouvoir être rattachée de façon significative à la fonction d'enseignant stagiaire ($p < 0.01$). Il semble que les enseignants stagiaires donnent davantage une définition des DIS qui se rapportent à une « démarche de recherche en autonomie (démarche pédagogique) ».

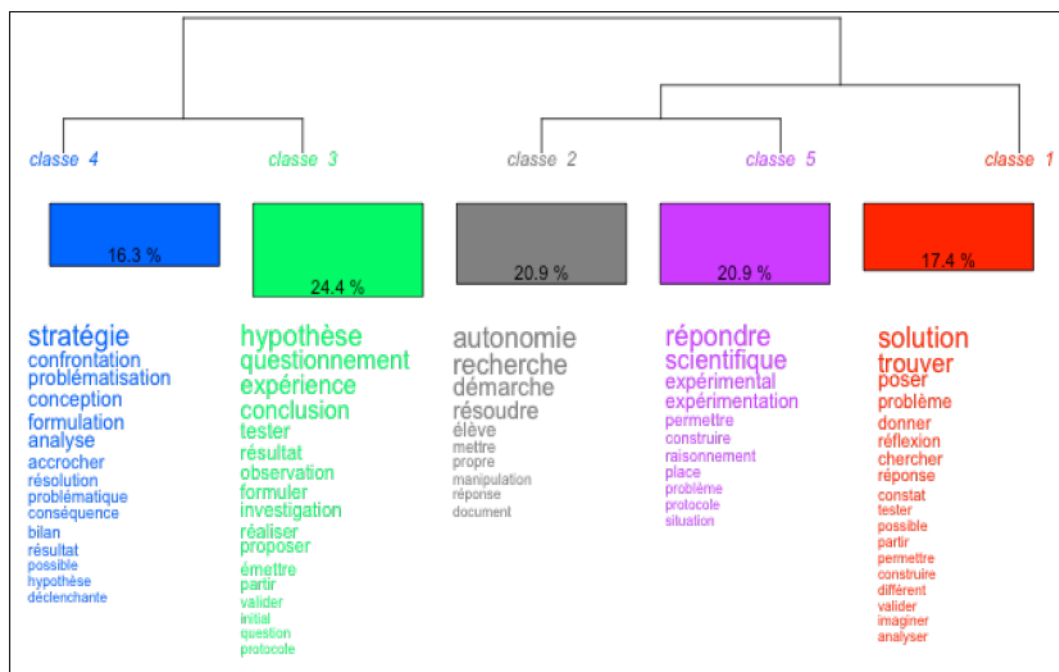


Figure 33 : Dendrogramme donnant la répartition des classes des formes actives (des définitions) les unes par rapport aux autres

Analyses thématiques

Cette analyse qui fait immédiatement suite à l'analyse statistique permet d'approfondir et d'enrichir les résultats précédents. Nous utilisons la grille d'analyse présentée dans la partie réservée à la méthode de recherche. Nous rappelons que cette dernière a été construite à partir du cadre de référence, de l'analyse statistique et des premières lectures des réponses des enseignants. Il s'agissait d'identifier cinq éléments, à travers les définitions fournies par les enseignants : 1) le type d'investigation (expérimentale, modélisation, observation, analyse de documents) ; 2) la forme des DIS (suite d'étapes, suite d'étapes et finalité, finalité seule) ; 3) les finalités des DIS (processus, résolution de

problème(s), acquisition de savoirs conceptuels, acquisition d'habiletés, acquisition d'attitudes, acquisition de savoirs disciplinaires indifférenciés) ; 4) la place des savoirs disciplinaires (visés, mobilisés) ; 5) l'implication des élèves dans ces démarches (dans la problématisation, dans l'investigation, dans la structuration des savoirs). Nous précisons que nous faisons appel ici uniquement au discours explicite des enseignants.

La majeure partie des répondants ne précisent pas, lorsqu'ils définissent les DIS, le type d'investigation que leurs élèves déploient (68 %). Ceux qui l'expriment déclarent que les DIS mises en œuvre par leurs élèves en classe s'appuient uniquement sur de l'expérimentation (62 %) ou sur plusieurs façons de recueillir des faits (38 %). En effet, certains enseignants expliquent qu'il est possible d'utiliser l'expérimentation mais aussi l'observation, et surtout l'analyse de documents. Cependant, plusieurs enseignants précisent que l'observation ou l'analyse de documents est mise en œuvre seulement si l'expérimentation est considérée comme non réalisable. De plus, seuls quatre enseignants évoquent la modélisation comme type d'investigation (tableau 10). Les démarches mises en œuvre en classe, selon les dires des enseignants, semblent donc être le plus souvent des démarches expérimentales.

Tableau 10 : Extrait du corpus correspondant aux définitions des DIS fournies par les enseignants

	Extrait du corpus correspondant aux définitions des DIS fournies par les enseignants
Expérimentation	<p>« Réflexion. Remise en question. Hypothèse. Expérimentation. »</p> <p>« Réaliser une expérience et manipuler pour tester une hypothèse. »</p> <p>« C'est plus de la démarche expérimentale. Surtout de l'analyse de résultats d'expériences. »</p>
Plusieurs sortes d'investigation	<p>« Document d'appel, les élèves trouvent un problème puis émettent des hypothèses que l'on teste. Ils réfléchissent à ce qu'ils ont besoin pour vérifier leurs hypothèses (Document ou expériences). »</p> <p>« Nous dégageons un problème ou une question à laquelle nous proposons des hypothèses. Celles-ci sont testées soit par une observation soit par une expérience. »</p> <p>« Engager les élèves dans une démarche autonome de recherche pour résoudre un problème au travers d'expériences, d'analyse de documents ou de modélisation. »</p> <p>« Construction du protocole si possible. Expérience si possible ou analyse de documents. »</p>

Par ailleurs, les enseignants interrogés décrivent les DIS, essentiellement, de trois façons (tableau 11) : en explicitant seulement leur finalité (47,6 %), en présentant une suite d'étapes (32,4 %) et en exposant à la fois leurs différentes composantes et leur finalité (20 %). Les étapes énoncées comme chronologiques et linéaires sont celles décrites dans les programmes scolaires : 1) la formulation du problème ; 2) l'émission d'hypothèses ; 3) l'investigation (l'expérimentation ou l'expérimentation/observation/analyse de documents/modélisation) ; 4) analyse des résultats ; 5) conclusion. La formulation d'un « problème », d'une « question » ou d'une « problématique » est toujours présente.

Tableau 11 : Extrait du corpus correspondant aux définitions des DIS fournies par les enseignants

	Extrait du corpus correspondant aux définitions des DIS fournies par les enseignants
Suite d'étapes	« Problème, questions, hypothèse, expérience, résultats, conclusion. » « Partir d'une situation surprenante, elle pose un problème , imaginer des hypothèses et avec des docs ou manipulations , les élèves vérifient leurs hypothèses et concluent en donnant la solution du problème. »
Suite d'étapes et finalité	« C'est une suite d'étapes qui permet de trouver ou non une solution à un problème soulevé par un élève. » « On formule un problème , on émet des hypothèses afin d'y répondre, puis on teste chaque hypothèse, à partir des résultats on valide certaines hypothèses pour répondre au problème. »
Finalité seule	« Démarche de mise en recherche pour résoudre un problème scientifique que les élèves se posent. » « C'est permettre à l'élève d'acquérir un sens critique et une réflexion. »

Concernant plus particulièrement les finalités, le discours des enseignants peut être regroupé en trois catégories (tableau 12) : 1) le processus (9,2 %) ; 2) la résolution de problème (45,9 %) et 3) l'acquisition de savoirs disciplinaires (55,1 %). La quasi-totalité des répondants déclare que les DIS qu'ils font mettre en œuvre par leurs élèves permettent de résoudre « un problème » et/ou d'acquérir des savoirs disciplinaires. Parmi ces derniers, il est possible de distinguer l'acquisition : de savoirs conceptuels (6,1 %), d'habiletés (26,1 %), d'attitudes (46,9 %). Certains enseignants évoquent les savoirs disciplinaires de façon générale sans faire de distinction (20,5 %). Finalement, très peu d'enseignants parlent de savoirs conceptuels pour définir les DIS. Lorsqu'ils utilisent le terme de savoirs, ils évoquent essentiellement des attitudes et des habiletés.

Tableau 12 : Extrait du corpus correspondant aux définitions des DIS fournies par les enseignants

	Extrait du corpus correspondant aux définitions des DIS fournies par les enseignants
Processus	« Mettre un élève en situation de recherche sur une problématique venant de son questionnement. » « Une vraie recherche (observation, raisonnement, manipulation) d'explication pour les élèves. »
Résolution de problème	« Dans le but de résoudre un problème. » « Résolution d'une problématique. »
Acquisition de savoirs conceptuels	« Visant à acquérir des connaissances. » « De manière à construire une connaissance scientifique. » « On construit ainsi les notions, le savoir. »
Acquisition d'habiletés	« Raisonnement scientifique. » « Visant à acquérir des compétences. » « Reasonner, réfléchir. » « D'acquérir des moyens de raisonner. »
Acquisition d'attitudes	« Développer la curiosité, l'interrogation et l'envie de répondre à cette interrogation, ainsi que l'esprit critique. »
Acquisition de savoirs disciplinaires indifférenciés	« Afin qu'il construise son savoir. » « L'élève construit son savoir (scientifique). »

Ce terme de savoir renvoie tout particulièrement aux savoirs visés (96 %) par les enseignants au travers des DIS. Seuls 4 % des savoirs disciplinaires sont évoqués comme des savoirs que les élèves doivent mobiliser pour formuler « le problème » ou émettre « des hypothèses » (par exemple, « l'exploration de ses propres savoirs préalables » ou « construire de nouveaux savoirs à partir des acquis »). En effet, certains enseignants expliquent que leurs élèves doivent formuler « le problème » à partir d'éléments divers comme des « documents d'appel », « d'un constat », « d'une situation surprenante », « d'une observation » ou encore « d'une accroche ».

De même, certains répondants précisent le rôle de leurs élèves dans les différentes étapes notées précédemment (tableau 13) : 50 % de ces enseignants déclarent impliquer leurs élèves dans la formulation du problème, 35,7 % expriment que leurs élèves participent à l'investigation et 14,3 % estiment que leurs élèves sont associés à la structuration des savoirs.

Tableau 13 : Extrait du corpus correspondant aux définitions des DIS fournies par les enseignants

Implication de l'élève dans :	Extrait du corpus correspondant aux définitions des DIS fournies par les enseignants
La formulation du problème	« Un problème scientifique que les élèves se posent . » « Les élèves trouvent un problème. » « Une démarche d'élucidation d'un problème préalablement construit avec les élèves . »
L'investigation	« Ils réfléchissent à ce qu'ils ont besoin pour vérifier leurs hypothèses (document ou expériences). » « Amener les élèves à tester, valider, réfuter plusieurs hypothèses, à faire des expériences . »
La structuration des savoirs	« Les élèves émettent le problème, les hypothèses, essayent de concevoir la stratégie de résolution, effectuent sa résolution et font un bilan . »

Finalement, l'analyse (lexicale et thématique) des définitions des DIS fournies par les enseignants interrogés montre que ces derniers semblent considérer les DIS comme des démarches essentiellement hypothético-déductives et de type expérimental et, plus précisément, comme « une démarche expérimentale ». Cette démarche est constituée d'une suite d'étapes (présentes dans les programmes scolaires français) dont la formulation « du problème scientifique » et l'émission « d'hypothèses » seraient le point de départ. La structuration des connaissances est peu évoquée. Les principaux objectifs de cette démarche donnés par les enseignants sont la résolution d'un problème et l'acquisition d'habiletés et d'attitudes. Les savoirs préalablement acquis sont presque absents du discours des enseignants. Par ailleurs, le discours des enseignants semble stéréotypé. Les termes ou expressions

employés sont notamment utilisés dans les textes institutionnels. À titre d'exemple, nous pouvons citer (outre les différentes étapes des DIS) « élève acteur », « élève responsable de ses apprentissages » ou encore « l'élève construit son propre savoir ». Nous retrouvons ces éléments dans les raisons évoquées par les enseignants pour faire mettre en œuvre les DIS par leurs élèves en classe.

2.2.1.2 Les finalités

Il s'agit ici d'analyser les réponses des enseignants à la question suivante : « Pour quelle(s) raison(s) faites-vous mettre en œuvre des démarches d'investigation par vos élèves ? ». Les réponses apportées à cette question permettent de compléter les définitions des DIS données par les enseignants en termes de finalités.

Analyses lexicales

Les mêmes analyses statistiques sont réalisées : la fréquence des formes actives employées par les enseignants, l'étude des cooccurrences de ces formes actives et la classification hiérarchique descendante.

La principale raison évoquée par les enseignants pour que leurs élèves mettent en œuvre des DIS en classe semble être que ceux-ci réalisent une démarche scientifique (tableau 14). En effet, les termes « d'élève », de « démarche » et de « scientifique » apparaissent avec une fréquence importante dans les réponses des enseignants (respectivement : 63, 43 et 36). Nous retrouvons également des mots comme « esprit critique », « motivation », « raisonnement » ou encore des verbes tels que « apprendre » et « comprendre ».

Tableau 14 : Fréquence des formes actives (noms et adjectifs) présentes dans les raisons évoquées par les enseignants pour faire mettre en œuvre des DIS

Formes actives les plus fréquentes	Fréquence totale
Élèves	63
Démarche	43
Scientifique	36
Savoir	21
Raisonnement	16
Esprit	15
Critique	15
Science	14
Comprendre	14
Apprendre	14
Motivation	13
Notion	12
Autonomie	12
Notion	12
Apprentissage	12
Recherche	11
Problème	11
Investigation	10

Par ailleurs, les termes relatifs aux savoirs disciplinaires sont davantage relatés par les enseignants pour expliciter les finalités des DIS (tableau 15). Les termes de « notion » (fréquence : 12) et de « connaissance » (fréquence : 6) renvoient aux savoirs conceptuels et les termes de « compétence » (fréquence : 7), de « savoir-faire » (fréquence : 5) et de « capacité » (fréquence : 5) représentent les habiletés. Les enseignants emploient également le terme de « savoir » (fréquence : 21) qui peut évoquer les savoirs disciplinaires de façon générale.

Tableau 15 : Fréquence des termes liés aux savoirs disciplinaires présents dans les raisons évoquées par les enseignants pour faire mettre en œuvre des DIS

Formes actives en lien avec les savoirs disciplinaires	Fréquence totale
Savoir	21
Notion	12
Connaissance	6
Compétence	7
Savoir-faire	5
Capacité	5

La figure 34 met en évidence les cooccurrences entre les différentes formes actives provenant des raisons données par les enseignants pour faire mettre en œuvre des DIS en classe par leurs élèves. L'ensemble des formes actives se rattache soit au terme de démarche soit à celui d'élève. Les termes de démarche et d'élève sont souvent ensemble dans le discours des enseignants interrogés ainsi que le terme de démarche et celui de scientifique. Il semble que les enseignants ayant répondu au questionnaire considèrent que les DIS, qu'ils font mettre en œuvre dans leurs classes, sont tournées vers les élèves. Il apparaît également à travers cette figure que les enseignants interrogés souhaitent, au travers de démarches d'investigation développant l'esprit critique et le raisonnement, motiver leurs élèves et les rendre autonomes.

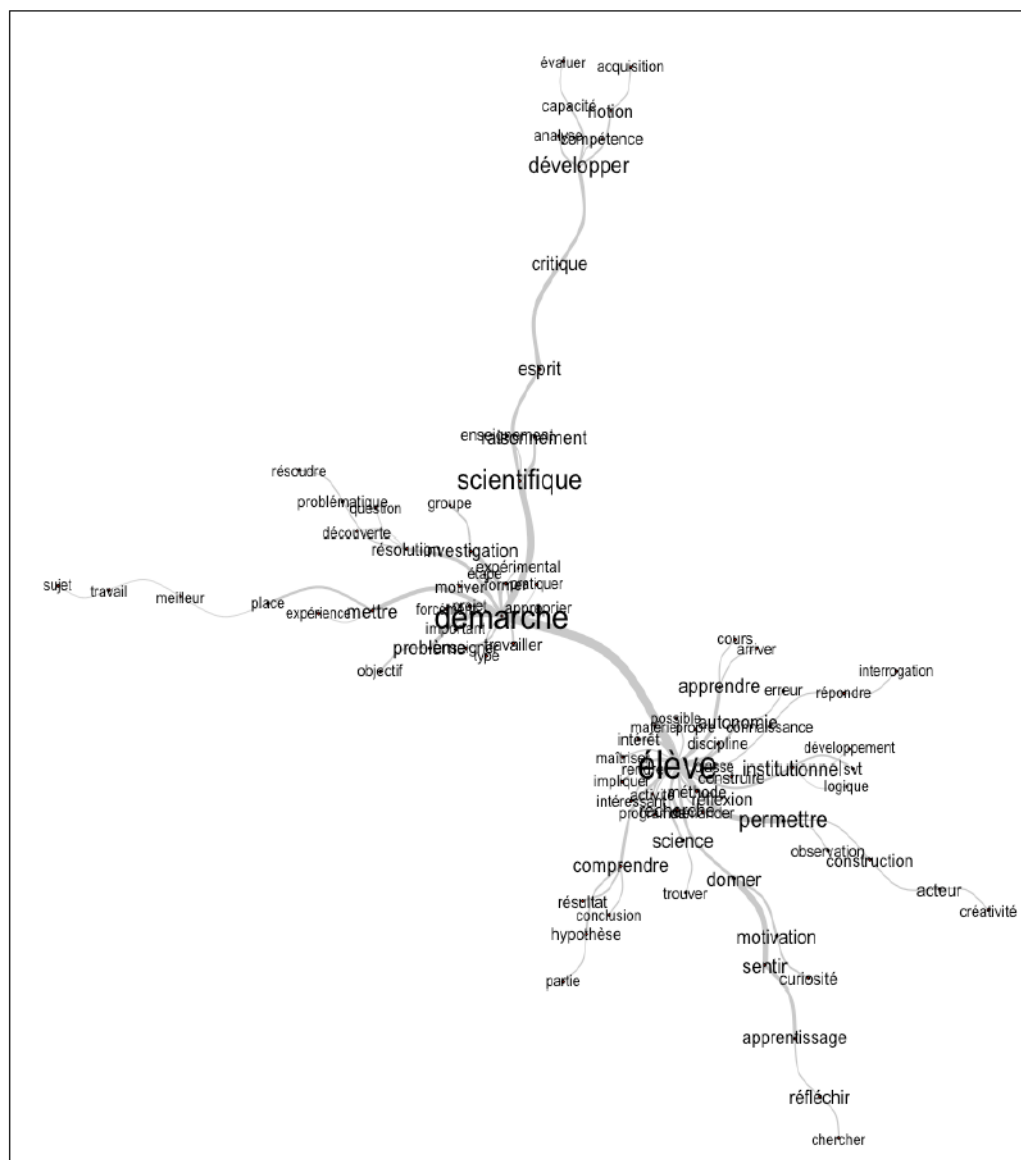


Figure 34 : Représentation des similitudes entre les différentes formes actives provenant des raisons fournies par les enseignants

Par ailleurs, il est également possible, pour compléter l'analyse portant sur les raisons évoquées par les enseignants pour faire mettre en œuvre des DIS par leurs élèves, de réaliser une classification hiérarchique descendante qui permet de regrouper les réponses en cinq classes : (1) Développer l'esprit critique des élèves ; (2) Acquérir des compétences expérimentales ; (3) Appliquer les programmes ; (4) Acquérir des capacités ; (5) Donner du sens aux apprentissages pour motiver les élèves (figure 35). Cependant, aucune variable de contexte correspondant à des

caractéristiques personnelles des enseignants (expérience, formations, etc.) ne semble pouvoir être rattachée significativement à l'une de ces classes. Ces différentes classes nous servent de base pour l'analyse thématique qui suit.

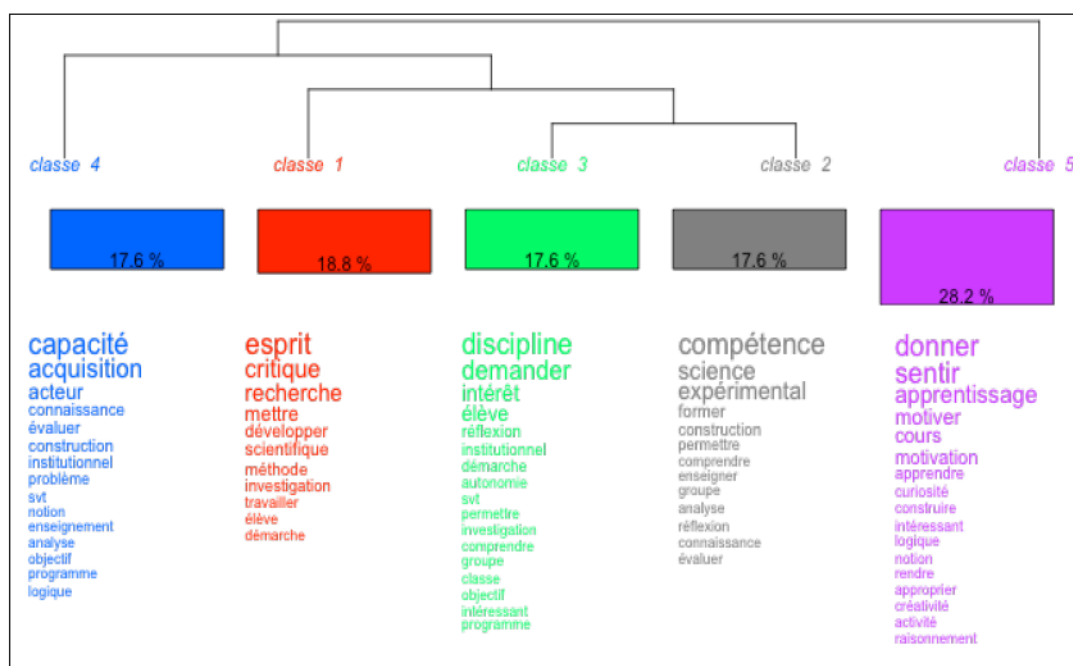


Figure 35 : Dendrogramme donnant la répartition des classes des formes actives (des raisons) les unes par rapport aux autres

Analyses thématiques

Ces analyses, comme pour la question précédente, font immédiatement suite à l'analyse statistique et permettent d'enrichir les résultats apportés par l'analyse lexicale. En effet, elles approfondissent les résultats de la classification hiérarchique descendante. Nous utilisons également la grille d'analyse présentée dans la partie réservée à la méthode de recherche. Trois approches, concernant les finalités des DIS évoquées par les enseignants, ressortent de leur réponse (tableau 16) : 1) une approche didactique centrée sur les savoirs (66,7 %), 2) une approche pédagogique orientée sur le sens donné aux apprentissages (26,5 %) et 3) une approche institutionnelle basée sur les recommandations officielles (7,8 %).

Tableau 16 : Les différentes approches utilisées par les enseignants pour évoquer les finalités des DIS

Approche didactique	Savoirs conceptuels	66,7 %	2,7 %
	Habiletés		32,3 %
	Attitudes		25,8 %
	DIS		23,1 %
	Savoirs épistémologiques		10,2 %
	Savoirs disciplinaires indifférenciés		5,9 %
Approche pédagogique	Motivation	26,5 %	66,2 %
	Élève acteur		23 %
	Meilleure méthode d'apprentissage		10,8 %
Approche institutionnelle		7,8 %	

En premier lieu, parmi les enseignants qui expriment une approche didactique, 32,3 % pensent qu'un des objectifs des DIS est l'acquisition d'habiletés (extrait du corpus : « pour les amener à raisonner, à réfléchir, à se poser des questions, à chercher, à trouver tout seuls, à les voir trouver une solution »), 25,8 % parlent d'acquisition d'attitudes (extrait du corpus : « développement de l'esprit critique ») et 23,1 % déclarent que ce sont les DIS elles-mêmes en tant que processus qui constituent la finalité de ces démarches (extrait du corpus : « il importe d'enseigner la démarche scientifique »). Il faut noter que 10,2 % des enseignants évoquent les savoirs épistémologiques pour expliquer les raisons de mise en œuvre des DIS (extrait du corpus : « pour travailler à la façon des vrais scientifiques »). Néanmoins, il faut souligner qu'une fois encore les savoirs conceptuels sont très peu mis en avant par les enseignants (2,7 %).

En deuxième lieu, parmi les enseignants qui relatent une approche pédagogique, la majorité parle de démarches qui motivent les élèves (66,2 %), certains évoquent des démarches qui rendent les élèves acteurs de leurs apprentissages (23 %) et d'autres déclarent que les DIS sont de « meilleures méthodes d'apprentissage » (10,8 %).

Par ailleurs, la majorité des enseignants interrogés (71,3 %) explicitent les finalités des DIS suivant une approche unique (tableau 17) : soit didactique (53,2 %), soit pédagogique (42,8 %), soit institutionnelle (4 %). Certains décrivent les finalités des DIS en évoquant deux approches (27 %). Parmi ces derniers, 68% expriment une approche à la fois didactique et pédagogique, 23,4 % relatent une double approche didactique et institutionnelle et 8,6% utilisent une approche pédagogique et institutionnelle (figure 36). De rares enseignants (1,7 %) pour expliquer les finalités des DIS s'appuient sur l'ensemble des trois approches.

Tableau 17 : Approche unique ou multiple utilisée par les enseignants pour évoquer les finalités des DIS

Simple approche	Didactique	71,3 %	53,2 %
	Pédagogique		42,8 %
	Institutionnelle		4 %
Double approche	Didactique et pédagogique	27 %	68 %
	Didactique et institutionnelle		23,4 %
	Pédagogique et institutionnelle		8,6 %
Triple approche		1,7 %	

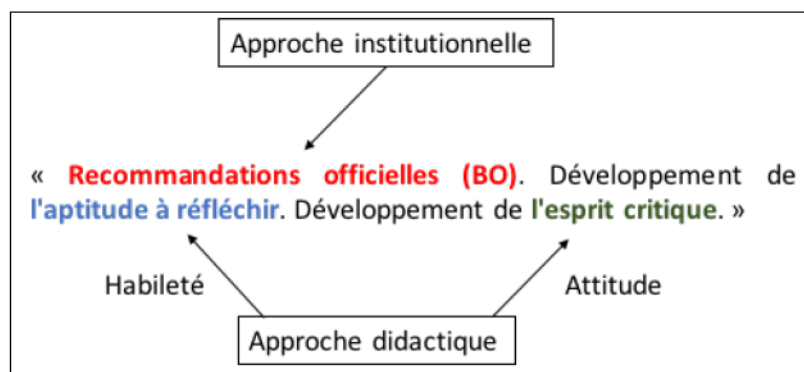


Figure 36 : Exemple de réponse fournie par un enseignant montrant une double approche des finalités des DIS

Finalement, les enseignants évoquent différentes approches pour expliciter les finalités des DIS qu'ils font mettre en œuvre en classe par leurs élèves : une approche didactique, une approche pédagogique et une approche institutionnelle. Ces approches sont tournées vers les élèves. L'approche didactique semble la plus fréquemment énoncée. En effet, les enseignants déclarent considérer que les DIS permettent d'acquérir des habiletés, des attitudes et les démarches elles-mêmes. Cependant, les savoirs conceptuels sont, là encore peu évoqués par les enseignants.

Par ailleurs, de façon à compléter les réponses apportées par les enseignants aux deux questions ouvertes, une question fermée demandant le degré d'accord des enseignants à différents éléments, permettant de caractériser les DIS qu'ils déclarent faire mettre en œuvre à leurs élèves, est formulée dans le questionnaire et analysée ici (figure 37).

Les enseignants déclarent à plus de 96 % (complètement d'accord et plutôt d'accord) qu'une démarche d'investigation scientifique permet aux élèves de résoudre un ou des problèmes. Ce résultat est concordant avec les résultats obtenus concernant la définition de DIS. En effet, le terme problème est central dans la

définition donnée par les répondants. Cependant, les enseignants déclarent à seulement 34,36 % être complètement d'accord et à 34,97 % être plutôt d'accord avec le fait que les DIS permettent aux élèves de construire un ou des problèmes (soit un total de 69,33 %).

Par ailleurs, ces enseignants sont complètement d'accord ou plutôt d'accord avec le fait que les DIS favorisent l'autonomie (82,09 %), le travail en équipe (85,88 %) et l'esprit critique (88,35 %). Il s'agit ici de finalités didactiques et pédagogiques.

En outre, seulement 24,69 % des enseignants interrogés exposent qu'ils considèrent les DIS comme permettant aux élèves de mobiliser des savoirs préalablement acquis et 41,36 % relatent qu'ils sont plutôt d'accord avec cette affirmation (soit un total de 66,05 %). Ce résultat est de nouveau en adéquation avec la définition fournie par les enseignants, mais également avec les raisons données. En effet, les savoirs préalables ne sont, pour ainsi dire, pas évoqués par les enseignants.

De plus, 26,38 % des enseignants sont complètement d'accord et 38,04 % sont plutôt d'accord avec l'idée que les DIS correspondent à un savoir que les élèves doivent acquérir (soit un total de 64,42 %). Cependant, ces derniers semblent davantage d'accord avec le fait que les démarches d'investigation sont des méthodes d'enseignement avec respectivement 40,74 % et 41,98 % (soit un total de 82,72 %).

Enfin, seulement 50,62 % des enseignants sont complètement d'accord pour dire que les DIS permettent aux élèves de construire des savoirs nouveaux. Au total, 88,27 % des enseignants sont complètement ou plutôt d'accord avec cette affirmation. L'acquisition de savoirs est effectivement la finalité des DIS la plus évoquée par les enseignants (réponses des enseignants à la deuxième question ouverte). Cependant, cela ne semble pas concerner tous les savoirs disciplinaires puisque les enseignants déclarent favoriser les habiletés et les attitudes au détriment des savoirs conceptuels.

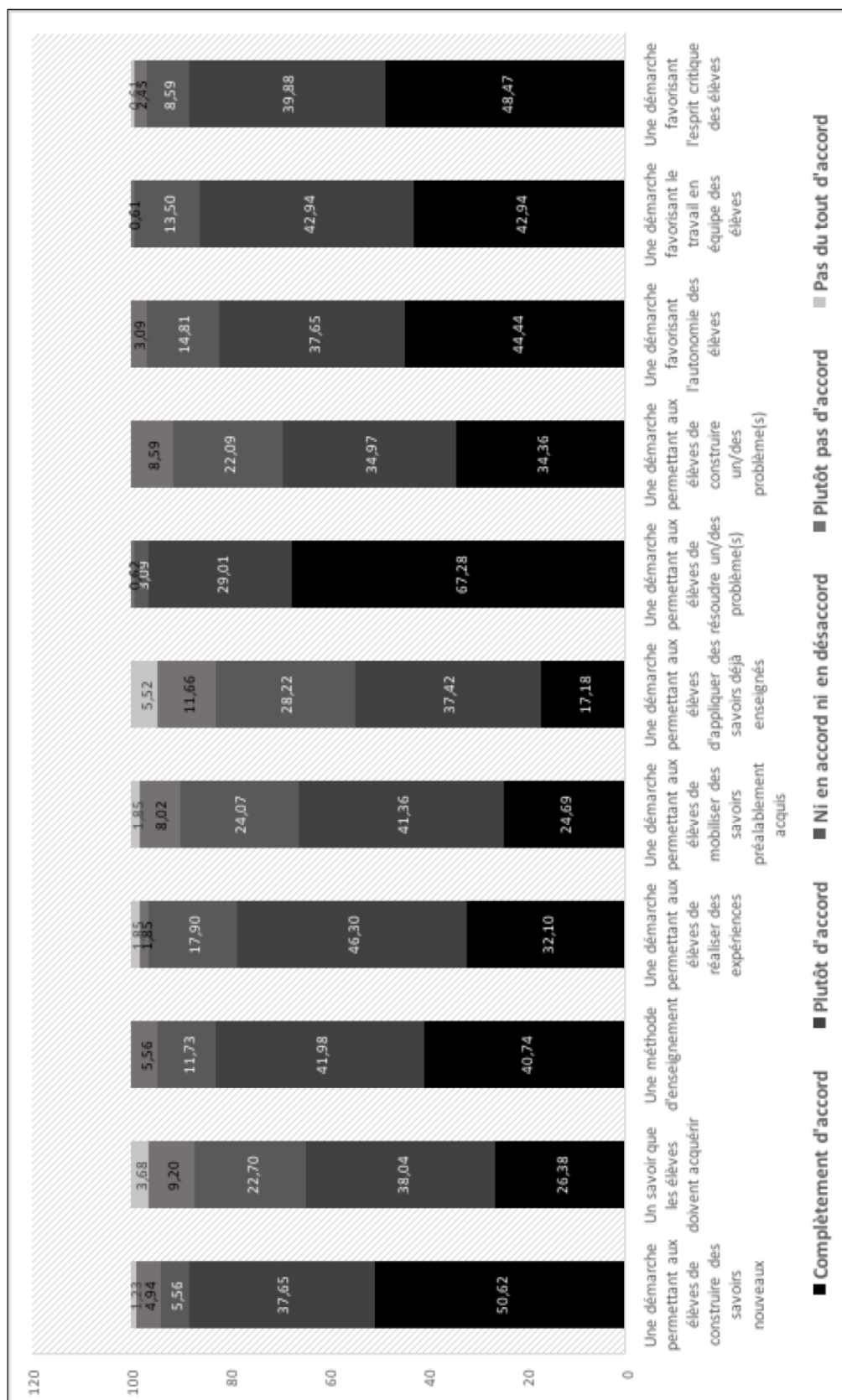


Figure 37 : Histogramme représentant les caractéristiques (en %) des DIS mis en œuvre en classe selon les enseignants interrogés

2.2.1.3 Les composantes des DIS déclarées être mises en œuvre par les élèves en classe

Nous nous intéressons ici aux réponses des enseignants à la question : « Quelles sont les composantes des démarches d'investigation que vos élèves mettent en œuvre ? ». Il s'agit, à travers les déclarations des enseignants, de mettre en évidence une facette de l'implication des élèves dans les DIS.

Il semble que, selon les enseignants, les composantes des DIS ne soient pas mises en œuvre par les élèves de façon uniforme (figure 38).

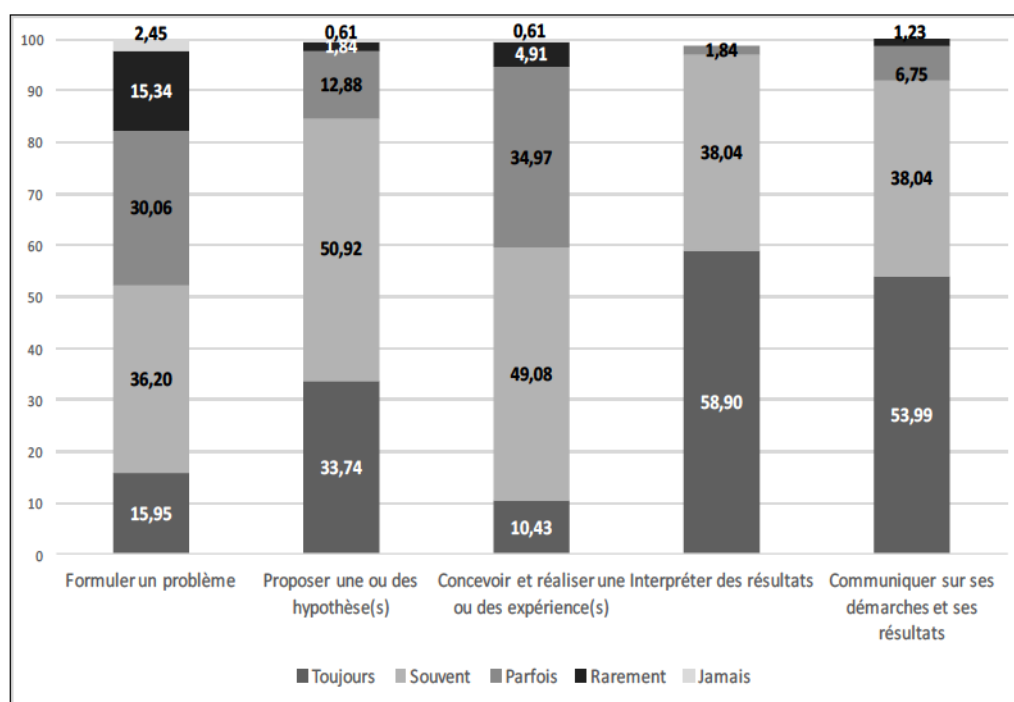


Figure 38 : Histogramme représentant le pourcentage de mise en œuvre par les élèves des différentes composantes des DIS (suivant la déclaration des enseignants)

33,74 % et 50,92 % des enseignants déclarent faire respectivement toujours ou souvent mettre en œuvre la proposition d'hypothèse(s) par leurs élèves (soit un total de 86,66 %). Ce résultat est cohérent avec l'importance du terme hypothèse dans la définition de DIS donnée par les enseignants. Cependant, seuls 15,95 % et

36,20 % (soit un total de 52,15 %) des enseignants font respectivement toujours ou souvent mettre en œuvre la formulation d'un problème alors que ce terme est central dans la définition fournie par les enseignants. Néanmoins, comme exposé précédemment, le problème est central pour les enseignants, mais il n'est pas nécessairement construit par les élèves.

De plus, seuls 10,43 % des enseignants font toujours concevoir et réaliser des expériences par leurs élèves et 49,08 % le font souvent. La majorité des enseignants définissent les DIS comme « une démarche expérimentale » mais leurs élèves ne mettent pas nécessairement en œuvre la composante expérimentale de la démarche.

Les composantes des DIS correspondant à l'interprétation et à la communication des résultats sont celles les plus mises en œuvre par les élèves selon la déclaration des enseignants avec respectivement (pour toujours et souvent) 96,94 % et 92,03 %.

Au final, peu d'enseignants précisent l'implication de leurs élèves à travers les définitions qu'ils donnent des DIS. Ceux qui l'ont notée évoquent la participation de leurs élèves dans la formulation du problème. Mais cette section montre que, d'une manière générale, les enseignants relatent impliquer leurs élèves essentiellement à la fin de l'investigation lors de l'interprétation et de la communication des résultats.

Dans la section qui suit, nous présentons les résultats issus des questions portant exclusivement soit sur les savoirs disciplinaires visés soit sur les savoirs disciplinaires mobilisés.

2.2.2 *Les savoirs disciplinaires visés et mobilisés*

Cette section présente l'analyse de l'ensemble des questions fermées présentes dans la troisième et dans la quatrième partie du questionnaire. La troisième partie porte sur les « démarches d'investigation scientifique et savoirs à acquérir par les élèves » ; elle contient cinq questions. La quatrième partie concerne les « démarches d'investigation scientifique et savoirs préalablement acquis par les élèves » ; elle comprend six questions.

Il s'agit, d'une part, d'identifier quel(s) type(s) de savoir disciplinaire les enseignants souhaitent que leurs élèves acquièrent et mobilisent lors de DIS et, d'autre part, au niveau de quelle(s) composante(s) des DIS, les enseignants préfèrent que leurs élèves acquièrent et mobilisent ces savoirs.

Par ailleurs, nous rappelons, comme explicité dans la méthodologie, que nous différencions les habiletés de façon générale des habiletés liées aux DIS. De cette façon, nous pouvons mettre en évidence des résultats spécifiques concernant ces éléments de DIS.

2.2.2.1 *Les savoirs disciplinaires visés*

Nous analysons, tout d'abord, les réponses apportées à la question suivante : « Quel(s) type(s) de savoir souhaitez-vous que vos élèves acquièrent lorsqu'ils mettent en œuvre des démarches d'investigation scientifique ? »

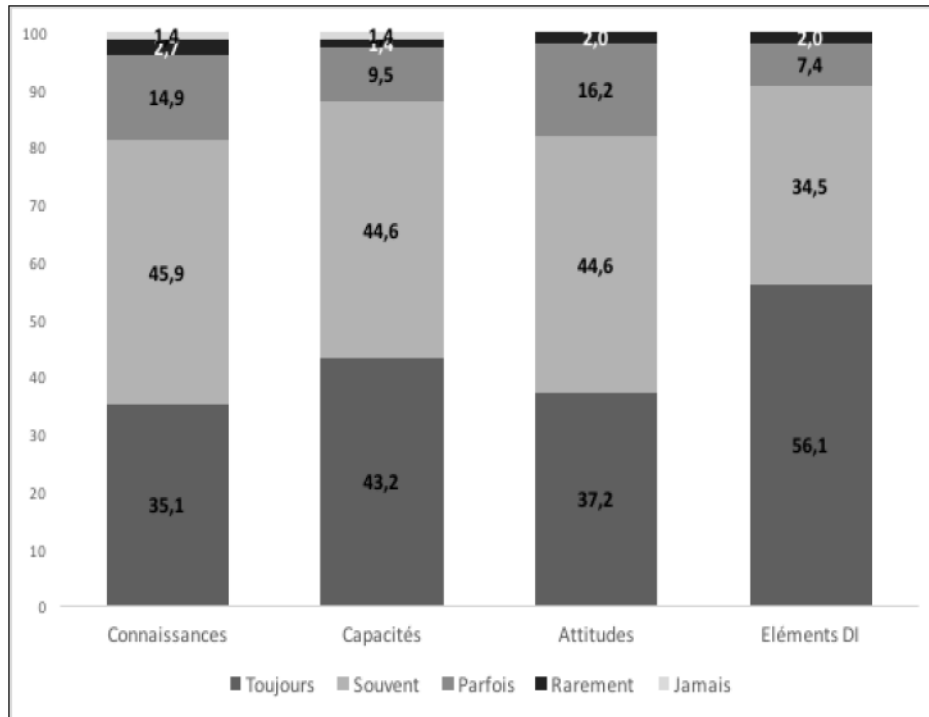


Figure 39 : Histogramme représentant le choix des enseignants (en %) concernant les savoirs disciplinaires que leurs élèves doivent acquérir lors de DIS

Il est possible de remarquer que l'ensemble des savoirs disciplinaires est déclaré être visé par les enseignants lorsqu'ils font mettre en œuvre des DIS par leurs élèves (figure 39). Cependant, les éléments de DIS semblent davantage mis en avant par les enseignants. En effet, 56,1 % souhaitent que leurs élèves acquièrent toujours des éléments de DIS. Tandis que 35,1 % des enseignants veulent toujours que leurs élèves acquièrent des connaissances. De plus, 4,1 % souhaitent rarement ou jamais que leurs élèves acquièrent des connaissances contre 2% (rarement) pour les éléments de DIS.

Finalement, comme nous l'avons déjà mis en évidence lors de l'analyse des questions ouvertes, les enseignants sont assez d'accord pour dire que les démarches d'investigation scientifique permettent aux élèves d'acquérir de nouveaux savoirs disciplinaires, mais dans une moindre mesure des savoirs conceptuels. Il s'agit davantage d'habiletés, voire d'habiletés liées aux DIS.

Les enseignants souhaitent-ils que leurs élèves acquièrent ces savoirs disciplinaires au niveau d'une composante des DIS particulière ?

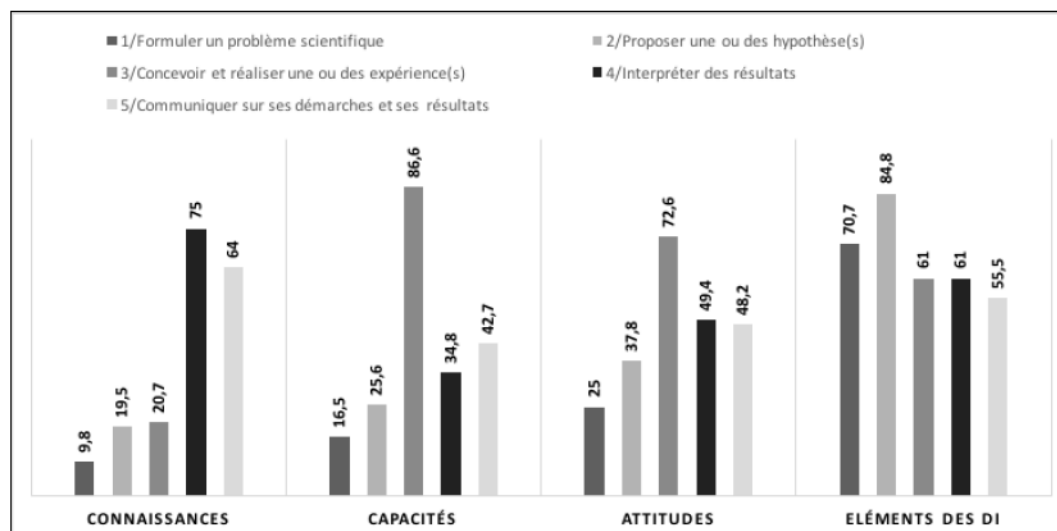


Figure 40 : Histogramme représentant le moment des DIS choisi par les enseignants pour que leurs élèves acquièrent ces savoirs (en % de OUI)

La majorité des enseignants déclarent vouloir que leurs élèves acquièrent des connaissances respectivement lors de l'interprétation (75 %) et de la communication des résultats (64 %) (figure 40). L'acquisition de savoirs conceptuels est donc visée par les enseignants, prioritairement, à la fin de l'investigation. Cependant, certains enseignants ont déclaré souhaiter que leurs élèves acquièrent des connaissances lors de la formulation du problème (9,8 %), lors de la proposition d'hypothèse(s) (19,5 %) et également lors de la conception et de la réalisation d'expérience(s) (20,7 %).

Par ailleurs, 86,6 % des enseignants exposent que leurs élèves doivent acquérir des capacités au niveau de la composante « concevoir et réaliser une ou des expériences ». Les capacités semblent essentiellement vues ici comme des habiletés techniques liées à l'expérimentation. De plus, nous observons que les enseignants déclarent souhaiter que leurs élèves acquièrent des éléments de DIS au

niveau de chacune des composantes des démarches d'investigation avec néanmoins davantage de « oui » de la part des enseignants pour les deux premières composantes, c'est-à-dire « formuler un problème » (70,7 %) et « proposer une hypothèse » (84,8 %). Cela est concordant avec les résultats portant sur la définition de DIS donnée par les enseignants. En effet, les termes de problème et d'hypothèse sont surreprésentés par les enseignants.

Également, 72,6 % des enseignants déclarent vouloir que leurs élèves acquièrent des attitudes lors de la conception et de la réalisation de l'expérience. Il s'agit peut-être d'attitudes liées au côté expérimental des SVT, comme le respect des règles de sécurité. De plus 49,4 % et 48,2 % d'entre eux exposent qu'ils souhaitent que leurs élèves acquièrent des attitudes lors de l'interprétation et de la communication des résultats.

Finalement, nous nous demandons si cette articulation entre les différents moments des DIS et les savoirs disciplinaires s'appuie sur des choix rationnels de la part des enseignants interrogés. Qu'en est-il des savoirs disciplinaires mobilisés par les élèves ?

2.2.2.2 Les savoirs disciplinaires mobilisés

Nous analysons, tout d'abord, les réponses apportées à la question suivante : « Lorsque vos élèves mettent en œuvre des démarches d'investigation scientifique, souhaitez-vous qu'ils mobilisent des savoirs préalablement acquis ? »

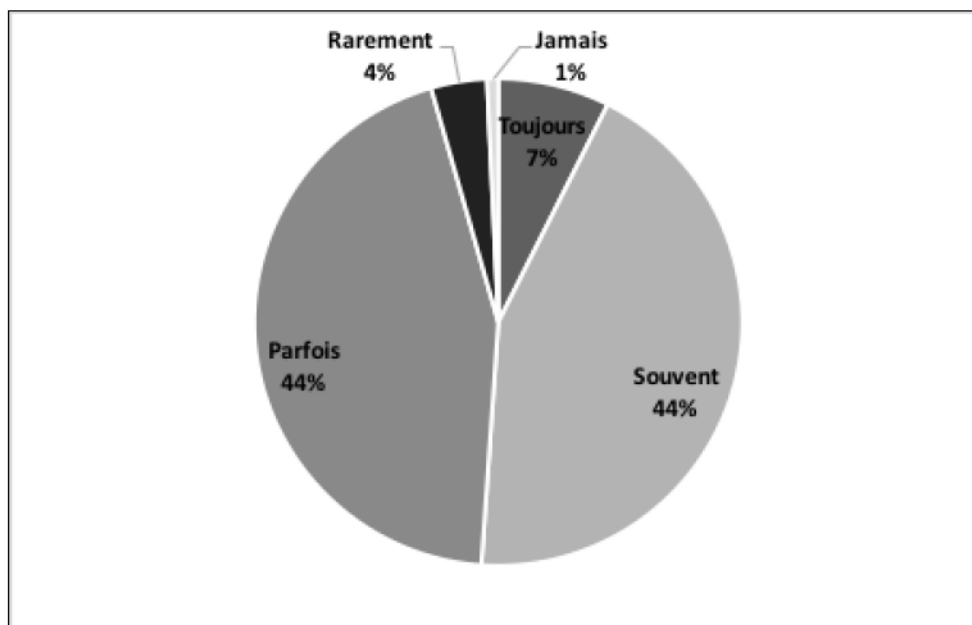


Figure 41 : Diagramme circulaire représentant la proportion d'enseignants faisant mobiliser des savoirs préalablement acquis par leurs élèves lors de DIS

Nous observons (figure 41) que seulement 7 % des enseignants déclarent toujours faire mobiliser des savoirs préalablement acquis par leurs élèves pour que ces derniers mettent en œuvre des DIS. Finalement, la moitié des enseignants (51 %) expriment faire mobiliser des savoirs préalablement acquis toujours ou souvent lors de DIS. Ces résultats sont en adéquation avec les résultats précédents concernant les finalités des DIS. En effet, la majorité des enseignants ne considèrent pas que les DIS permettent de mobiliser des savoirs préalablement acquis par les élèves. Dans le même sens, les enseignants n'évoquent pratiquement pas les savoirs préalablement acquis lorsqu'ils définissent les DIS. Ces enseignants déclarent considérer que leurs élèves formulent « le problème » et émettent « des hypothèses » à partir d'éléments extérieurs comme des « accroches » ou « des documents ».

Quels sont plus précisément les savoirs disciplinaires que les enseignants souhaitent voir mobiliser par leurs élèves lors de DIS ?

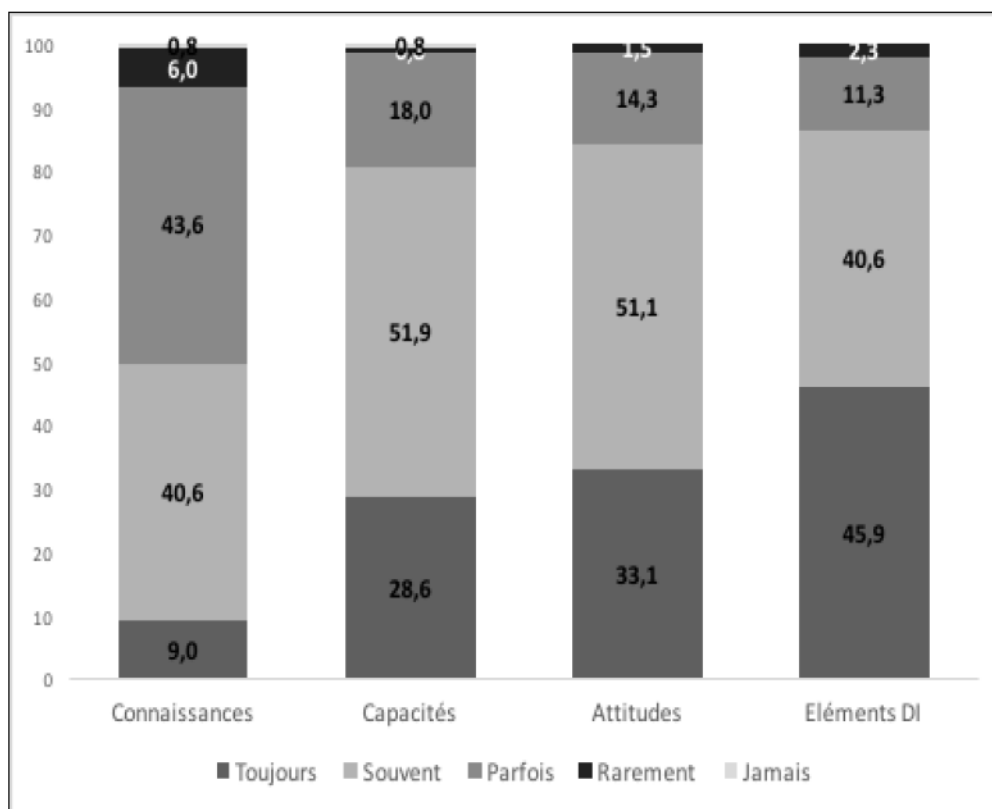


Figure 42 : Histogramme représentant le choix des enseignants (en %) concernant les savoirs que leurs élèves doivent mobiliser

Nous observons (figure 42) que seulement 9 % des enseignants déclarent toujours souhaiter que leurs élèves mobilisent des connaissances lors de la mise en œuvre de DIS, contre 28,6 % pour les capacités ou 45,9 % pour les éléments de démarches d'investigation. Les connaissances sont nettement sous-représentées avec 49,6 % d'enseignants qui exposent toujours ou souvent désirer que leurs élèves remobilisent des connaissances, alors que ces pourcentages montent à 80,5 pour les capacités ou à 86,5 pour les éléments de DIS.

De la même façon que pour les savoirs à acquérir, les enseignants souhaitent que leurs élèves mobilisent des savoirs ; mais ces derniers ne sont pas nécessairement des savoirs conceptuels, ce sont davantage des capacités, des attitudes et des éléments de DIS. Les savoirs conceptuels ne semblent pas prioritaires par les enseignants lors de DIS mises en œuvre en classe.

Les enseignants souhaitent-ils que ces savoirs disciplinaires soient mobilisés au niveau d'une composante de DIS particulière ?

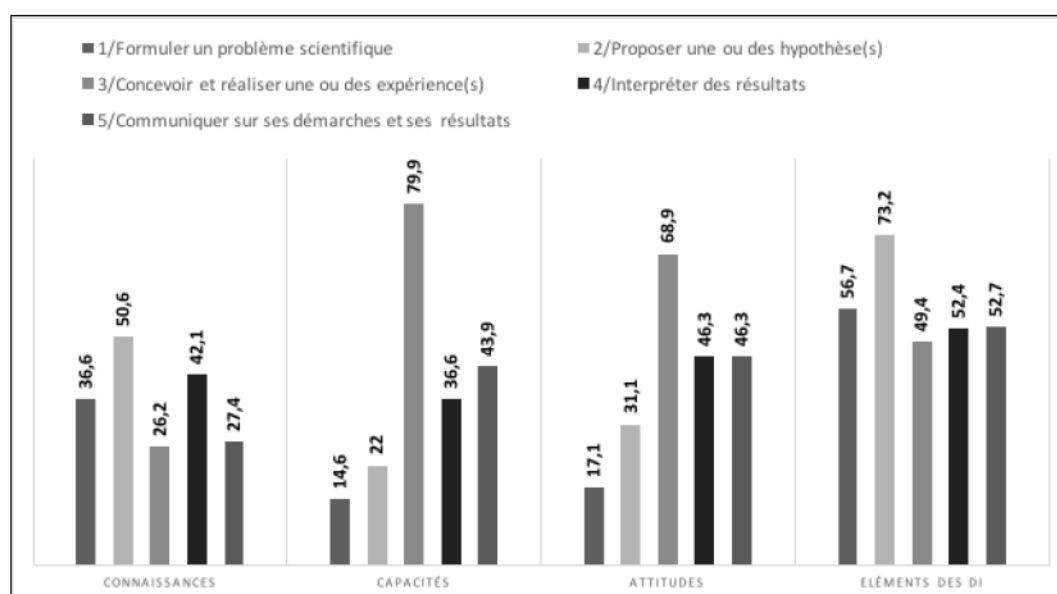


Figure 43 : Histogramme représentant le moment des DIS choisi par les enseignants pour que leurs élèves mobilisent ces savoirs (en % de OUI)

50,6 % des enseignants déclarent souhaiter que leurs élèves mobilisent des connaissances lors de la proposition d'une ou des hypothèses. Cependant, le choix des enseignants ici ne semble pas très marqué avec également 42,1 % pour la composante « interprétation des résultats » (figure 43).

79,9 % des enseignants déclarent souhaiter que leurs élèves mobilisent des capacités lors de la conception et de la réalisation d'une expérience. Ces habiletés semblent comme pour les savoirs visés, liées à l'expérimentation. Également, 73,2 % des enseignants déclarent souhaiter que leurs élèves mobilisent des éléments de DIS lors de la proposition d'une ou des hypothèse(s). Cependant, le choix des enseignants ne semble, encore une fois, pas très marqué. En effet, les enseignants ont choisi les autres composantes des DIS à hauteur d'environ 50 %.

Concernant les attitudes préalables, les enseignants expriment désirer que leurs élèves les mobilisent pour 68,9 % au niveau de la conception et de la réalisation d'une expérience, mais également à hauteur de 46,3 % lors de l'interprétation et de la communication des résultats.

Les résultats sont quasi identiques à ceux obtenus pour les savoirs visés concernant les capacités, les attitudes et les éléments de DIS. Finalement, les enseignants souhaitent que leurs élèves acquièrent et mobilisent les capacités, les attitudes et les éléments de DIS au niveau des mêmes moments de DIS (sauf pour les connaissances). Il semble que les enseignants n'identifient pas nécessairement de façon précise les savoirs visés et les savoirs à mobiliser. L'articulation entre les démarches d'investigation et les autres savoirs disciplinaires semble confuse pour les enseignants interrogés.

2.2.3 *Les savoirs disciplinaires articulés au sein d'un processus*

Nous avons demandé aux enseignants de répondre à une question portant sur l'articulation des DIS avec les autres savoirs disciplinaires en sélectionnant un schéma : « Choisissez parmi les schémas proposés ci-dessous celui qui correspond le mieux à l'articulation des démarches d'investigation avec les autres savoirs (capacités, attitudes, éléments des démarches d'investigation) que vous faites mettre

en œuvre à vos élèves lors de votre enseignement ». Quatre schémas, représentant une forme de processus différent, leur ont été proposés (annexe B) : 1) un processus circulaire, 2) un processus linéaire (linéaire 1) ; 3) deux processus linéaires distincts, un pour l'investigation scientifique et un pour les autres savoirs disciplinaires (savoirs conceptuels et savoir-faire) (linéaire 2), 4) un processus linéaire sans savoirs préalablement acquis (linéaire 3). Nous analysons ici les réponses des enseignants.

Nous observons que 52 % des enseignants expriment que l'articulation des savoirs disciplinaires (savoirs conceptuels, habiletés, attitudes et démarches d'investigation scientifique) se réalise au sein d'un processus circulaire, alors que le reste des répondants déclarent que l'articulation des savoirs se réalise au sein d'un processus linéaire (figure 44). Parmi ces derniers, 11 % considèrent que les savoirs conceptuels, les habiletés, les attitudes et les démarches d'investigation constituent deux processus distincts (linéaire 2), 17 % choisissent un processus linéaire sans mobilisation de savoirs disciplinaires préalablement acquis (linéaire 3) et 20 % préfèrent le processus linéaire associant l'ensemble des savoirs disciplinaires avec la présence de savoirs mobilisés par les élèves (linéaire 1).

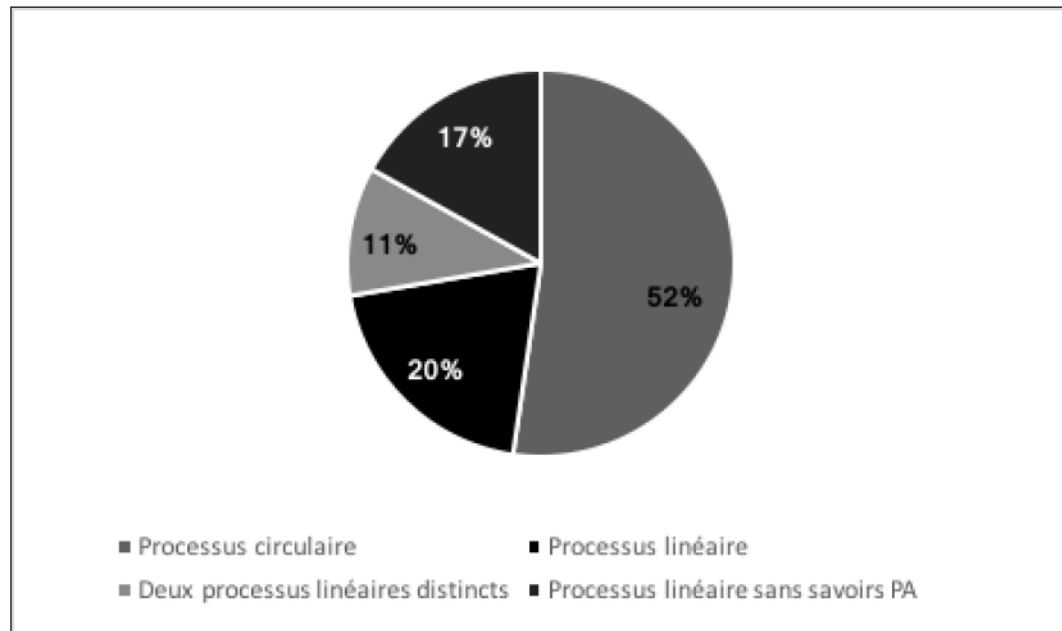


Figure 44 : Diagramme circulaire représentant la proportion des différents processus choisis par les enseignants (en %)

Peut-on identifier un profil de répondants par rapport à ces quatre formes de processus ?

Dans les développements qui suivent, nous recherchons s'il existe une relation entre les processus sélectionnés par les répondants et différents éléments comme les caractéristiques des DIS qu'ils ont déclarées, leur considération vis-à-vis des savoirs préalablement acquis nécessaires lors de DIS et les caractéristiques personnelles de ces enseignants. Nous précisons que seuls les résultats statistiquement significatifs sont présentés. Par ailleurs, un tableau de synthèse est positionné à la fin de la section.

2.2.3.1 *Le choix de processus et les caractéristiques des DIS*

Nous nous intéressons ici aux résultats de l'analyse de classification hiérarchique descendante effectuée à partir des questions ouvertes (définitions et finalités des DIS).

Nous considérons, dans un premier temps, la question portant sur les définitions des DIS fournies par les répondants. Une classe, la classe 5, semble liée aux choix de processus réalisés par les enseignants (figure 33). Cette classe 5 correspond aux enseignants qui considèrent les DIS comme « une démarche expérimentale ». Elle est liée de façon significative ($\chi^2 = 6.04$, $p = .01399$) au processus linéaire 2 (deux processus linéaires distincts). Nous pouvons donc penser que les enseignants qui perçoivent les DIS comme « une démarche expérimentale » considèrent également ces démarches suivant un processus distinct, séparant ainsi le processus d'investigation scientifique de la construction des savoirs conceptuels.

Dans un deuxième temps, nous examinons la question portant sur les raisons avancées par les enseignants pour faire mettre en œuvre des DIS en classe par leurs élèves. Là encore, une classe, la classe 5 (figure 35) est liée aux processus choisis par les enseignants. Cette classe correspond aux enseignants qui font mettre en œuvre des DIS par leurs élèves dans l'objectif de donner du sens aux apprentissages, c'est-à-dire suivant une approche plutôt pédagogique. La classe 5 est liée de façon significative ($\chi^2 = 4.61$, $p = .03182$) au processus linéaire 3 (processus linéaire sans savoirs préalablement acquis). Il semble que les enseignants qui suivent essentiellement une approche pédagogique pour exprimer, selon eux, la finalité des DIS pensent également que les savoirs disciplinaires préalablement acquis ne sont pas nécessairement utiles lors de DIS.

2.2.3.2 Le choix de processus et les savoirs préalablement acquis

Les résultats (figure 45) concernant le lien entre le fait que les enseignants considèrent que les DIS permettent aux élèves de mobiliser des savoirs préalablement acquis et leur choix de processus sont significatifs avec une structure d'association modérée ($L^2 = 26.121$, $p < .05$; $V = .0260$, $p < .05$). Les enseignants ayant choisi soit le processus circulaire soit le processus linéaire 1 sont assez proches. Les enseignants ayant préféré les processus linéaires 2 (deux processus distincts) et 3 (processus sans savoir préalablement acquis) se détachent des deux autres. En effet, les enseignants ayant choisi le processus linéaire 2 et le processus linéaire 3 sont respectivement d'accord avec le fait qu'une démarche permet aux élèves de mobiliser des savoirs préalablement acquis à hauteur de 64,28 % et de 27,28 % contre 76,92, par exemple, pour les enseignants qui préfèrent le processus linéaire 1. Les enseignants, ayant choisi le processus linéaire 3 (sans savoir préalable), semblent effectivement, peu considérer les savoirs préalablement acquis par leurs élèves.

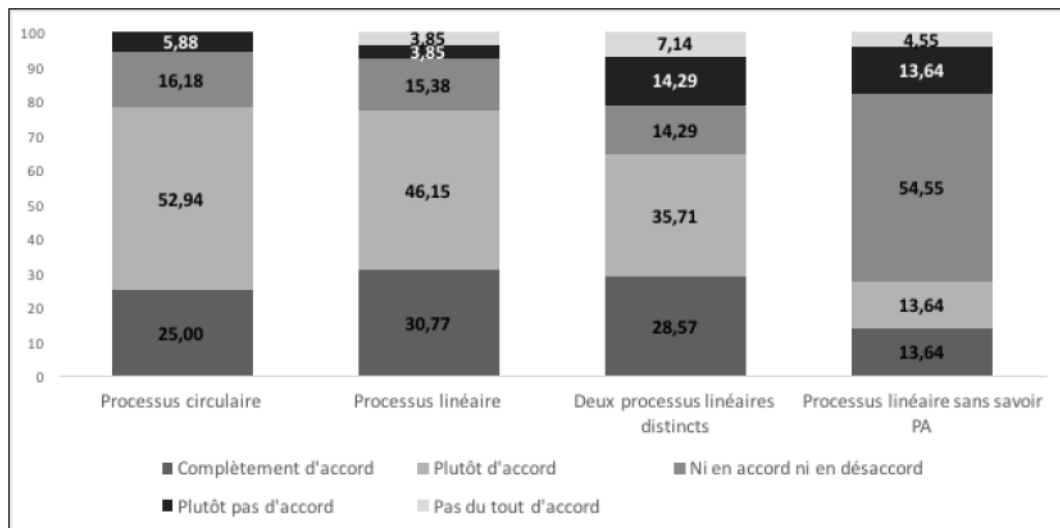


Figure 45 : Histogramme représentant le choix de processus des enseignants en fonction de leur degré d'accord à « Une démarche permettant aux élèves de mobiliser des savoirs préalablement acquis » (en %)

Ces résultats montrent que les deux derniers processus se distinguent des deux autres. Cela semble nous indiquer que les enseignants ayant choisi les deux

processus distincts (linéaire 2) ou le processus sans savoirs préalablement acquis (linéaire 3) ont un profil particulier. C'est pourquoi les résultats qui suivent portent sur la relation entre le choix du processus effectué par les enseignants et certaines caractéristiques personnelles de ces derniers.

2.2.3.3 Le choix de processus et les caractéristiques personnelles des répondants

Nous précisons que, comme précédemment seuls les résultats statistiquement significatifs sont exposés ici. C'est pourquoi nous présentons les résultats concernant les éléments suivants : la formation initiale reçue par les enseignants portant sur les DIS, le concours obtenu et l'expérience d'enseignement.

Le choix de processus et la formation initiale portant sur les DIS des répondants

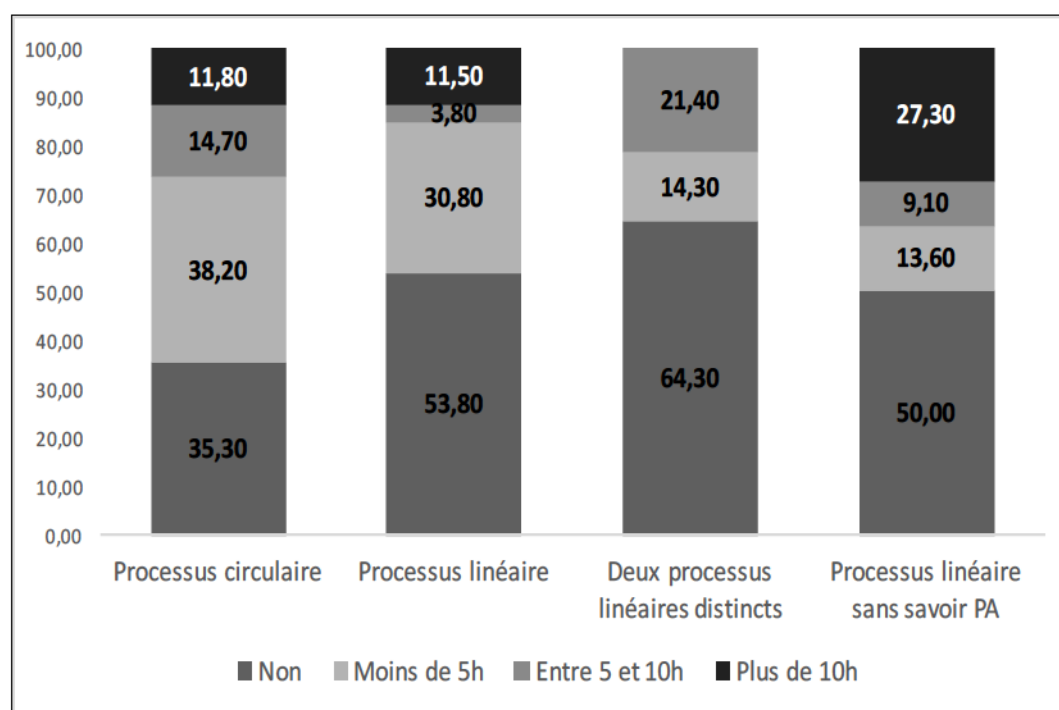


Figure 46 : Histogramme représentant le choix de processus des enseignants en fonction du nombre d'heures de formation initiale suivi (déclaré) (en %)

Les résultats ci-dessus (figure 46) sont significatifs avec une structure d'association modérée ($L^2 = 18.144$, $p < .05$; $V = .204$, $p < .05$).

Les enseignants déclarant n'avoir suivi aucune formation initiale portant sur les DIS se retrouvent dans chacun des processus choisis. Cependant, ils se retrouvent de façon plus importante dans les trois processus linéaires avec, par exemple, 64,3 % des enseignants ayant choisi le processus linéaire 2.

Par ailleurs, les enseignants relatant avoir participé à moins de 5 heures de formation ont davantage choisi les processus circulaire (38,20 %) et linéaire 1 (30,8 %). Les enseignants ayant déclaré avoir suivi entre 5 et 10 heures de formation ont davantage choisi les processus circulaire (14,7 %) et linéaire 2 (21,4 %). Et enfin, la majorité des enseignants déclarant avoir suivi plus de 10 heures de formation ont choisi le processus linéaire 3 (27,3 %). Finalement, il semble que les enseignants exprimant avoir reçu une formation initiale sur les DIS longue (plus de 10 heures) ont davantage choisi le processus linéaire 3.

Ces résultats, confirmés par la figure ci-dessous (figure 47), permettent d'observer une certaine évolution du choix de processus réalisé par les enseignants suivant le nombre d'heures en formation initiale qu'ils relatent avoir suivi concernant les DIS.

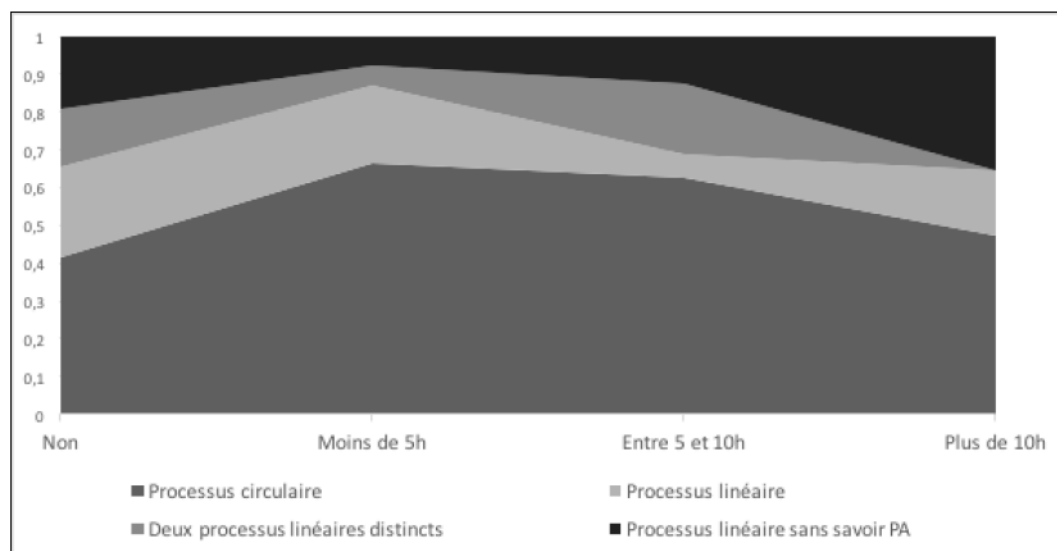


Figure 47 : Graphique représentant sous forme d'aire la répartition du choix de processus en fonction du nombre d'heures suivi en formation initiale par les enseignants sur les DIS (déclaré)

Cette figure semble mettre en évidence le fait que, lorsque les enseignants n'ont pas reçu de formation initiale portant sur les DIS, ils choisissent pour moins de la moitié le processus circulaire, puis ils se répartissent dans les trois autres processus. En outre, les enseignants qui ont suivi moins de 5 heures de formation choisissent davantage le processus circulaire au détriment des autres processus. Par ailleurs, les enseignants qui ont bénéficié de 5 à 10 heures de formation ne préfèrent pas plus le processus circulaire et ont tendance à choisir les processus linéaires 2 et 3, au détriment cette fois du processus linéaire 1. Enfin, les enseignants qui ont suivi plus de 10 heures de formation choisissent moins le processus circulaire et plus du tout le processus linéaire 2, mais davantage le processus linéaire 3.

En conclusion, il semble que les enseignants qui déclarent avoir participé à un nombre d'heures de formation initiale sur les DIS de plus de 5 heures, choisissent davantage les deux derniers processus.

Le choix de processus et le concours le plus élevé obtenu par les répondants

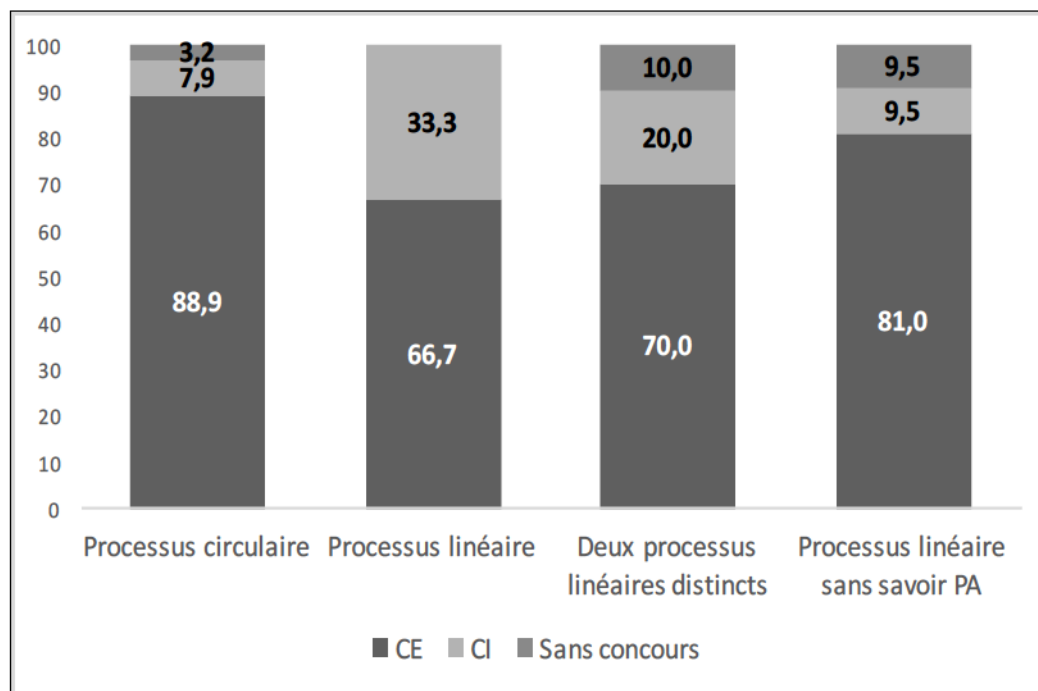


Figure 48 : Histogramme représentant le choix de processus des enseignants en fonction du concours le plus élevé obtenu (en %)

Les résultats (figure 48) concernant le CAPES externe sont significatifs avec une structure d'association faible ($L^2 = 8.399$, $p < .05$; $V = .0261$, $p < .05$), les résultats concernant le CAPES interne sont également significatifs avec une structure d'association faible ($L^2 = 8.133$, $p < .05$; $V = .0270$, $p < .05$) et les résultats concernant les « sans concours » sont eux aussi significatifs avec une structure d'association forte ($L^2 = 9.792$, $p < .05$; $V = .325$, $p < .05$). Les résultats portant sur les agrégations et les autres concours n'étant pas statistiquement significatifs, ils ne sont pas présentés ici. L'histogramme ci-dessus montre que la majorité des enseignants sont titulaires du CAPES externe pour tous les types de processus choisis. Cependant, la proportion d'enseignants ayant le CAPES interne est la plus grande pour ceux qui ont préféré le processus linéaire 1 (33,3 %) et le processus linéaire 2 (deux processus distincts : 20 %). Les enseignants n'ayant aucun concours d'enseignement ont préféré, quant à eux, les processus linéaires 2 (10 %) et 3 (processus linéaire sans savoir préalablement acquis : 9,5 %).

La figure ci-dessous (figure 49) va dans le sens des résultats de la figure 50 et permet d'observer une évolution dans le choix de processus suivant le concours le plus élevé obtenu par les enseignants.

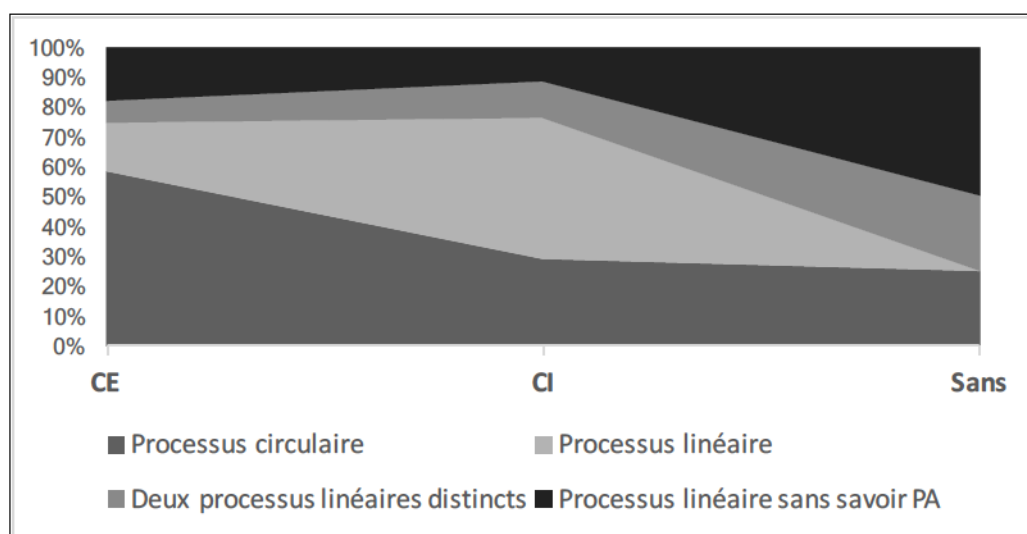


Figure 49 : Graphique représentant sous forme d'aire la répartition du choix de processus en fonction du concours le plus élevé obtenu par les enseignants

Il est possible d'observer sur cette figure que les enseignants titulaires d'un CAPES externe choisissent majoritairement le processus circulaire, ceux qui ont un CAPES interne préfèrent le processus linéaire 1 et, enfin, les enseignants qui n'ont pas été reçus à un concours de l'enseignement favorisent le processus linéaire 3, mais aussi, dans une moindre mesure, les processus linéaire 2 et circulaire.

En conclusion, il semble que les enseignants qui déclarent n'avoir réussi aucun concours de l'enseignement choisissent prioritairement les deux derniers processus.

Le choix de processus et l'expérience en collège des répondants

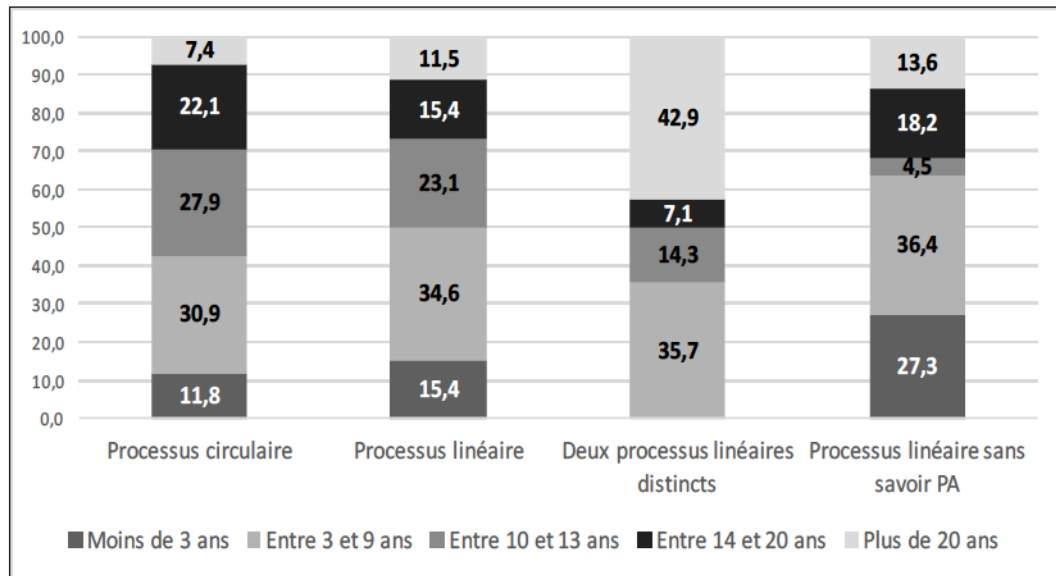


Figure 50 : Histogramme représentant le choix de processus des enseignants en fonction de leur nombre d'années d'expérience en collège

Les résultats (figure 50) sont significatifs avec une structure d'association modérée ($L^2 = 22.401$, $p < .05$; $V = .0241$, $p < .05$). Il est possible d'observer une répartition des enseignants suivant le nombre d'années d'expérience en collège assez similaire pour ceux qui ont choisi le processus circulaire et le processus linéaire 1. Les deux autres processus semblent encore une fois se distinguer. En effet, les enseignants qui ont plus de 20 années d'expérience en collège ont majoritairement choisi le processus linéaire 2, tandis que les enseignants qui ont moins de trois ans d'expérience en collège ont sélectionné le processus linéaire 3. Par ailleurs, les enseignants ayant exercé entre 3 et 9 ans au sein d'un collège sont répartis dans les quatre formes de processus.

Le graphique ci-dessous (figure 51) confirme ces résultats et montre une certaine évolution du choix de processus des enseignants suivant leurs années d'expérience en collège. Ce sont les enseignants qui ont le moins d'expérience en

collège qui choisissent le plus le processus linéaire 3 et ceux qui ont le plus d'expérience qui préfèrent le processus linéaire 2.

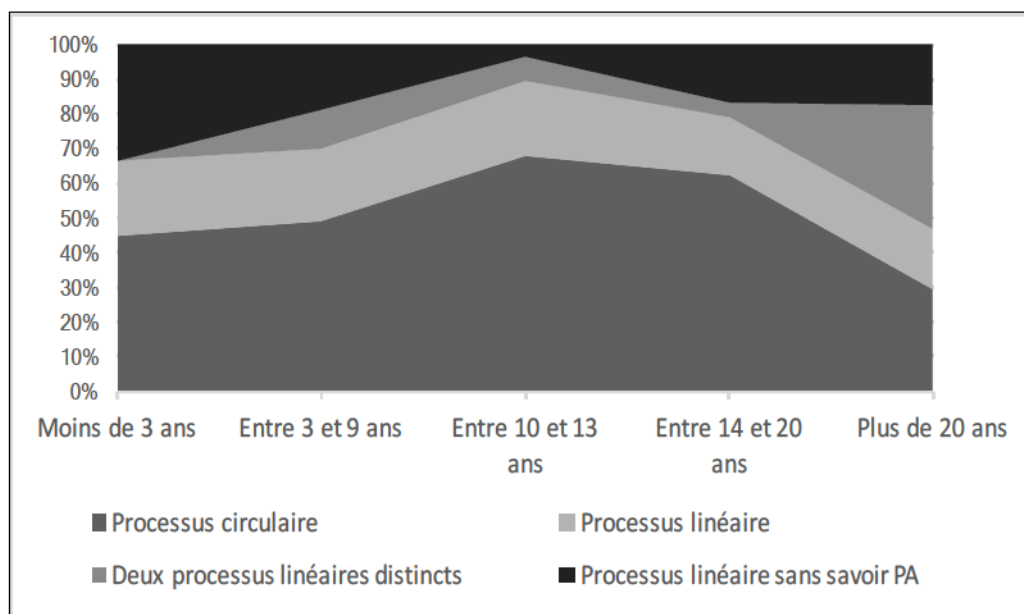


Figure 51 : Graphique représentant sous forme d'aire la répartition du choix de processus des enseignants suivant leur nombre d'années d'expérience en collège

De façon plus précise, les enseignants ayant moins de 3 ans d'expérience en collège choisissent pour moins de la moitié le processus circulaire, et les autres préfèrent soit le processus linéaire 1 soit le processus linéaire 3. Les enseignants qui ont entre 3 et 9 ans d'expérience choisissent davantage le processus circulaire au détriment du processus linéaire 3. Cependant, ces mêmes enseignants choisissent également le processus linéaire 2. Par ailleurs, les enseignants qui ont entre 10 et 13 ans d'expérience préfèrent en plus grand nombre le processus circulaire, tandis que les enseignants qui choisissent le processus linéaire 3 sont presque inexistantes. Par ailleurs, les enseignants qui ont plus de 13 ans d'expérience en collège favorisent le processus linéaire 3 et surtout le processus linéaire 2, au détriment du processus circulaire.

En conclusion, les enseignants qui choisissent le processus linéaire 2 (deux processus distincts) ont plus de trois années d'expérience en collège et ce processus est le plus sélectionné par les enseignants qui ont plus de vingt ans d'ancienneté en collège. Les enseignants qui ont moins de trois années d'expérience en collège sont ceux qui choisissent le plus le processus linéaire 3 (processus linéaire sans savoir préalable). Ce sont finalement les enseignants qui ont le plus ou le moins d'années d'expérience en collège qui préfèrent les deux derniers processus (linéaire 2 et 3).

Le tableau 18 représente la synthèse de cette section. Il semble que, d'une manière générale, les processus linéaires 2 et 3 se distinguent davantage par rapport aux deux autres. Par ailleurs, il paraît possible d'expliquer en partie le choix du processus par les enseignants en fonction de trois éléments : la formation initiale portant sur les DIS, le concours le plus élevé obtenu et le nombre d'années d'expérience en collège.

Tableau 18 : Tableau de synthèse

	Définition DIS	Finalités des DIS		Formation initiale	Concours	Expérience en collège
		Raisons	DIS permettant de mobiliser des savoirs			
Processus circulaire			Degré d'accord ++	Davantage choisi par les enseignants qui ont eu – 5 h	Davantage choisi par des enseignants reçus au CE	Davantage choisi par les enseignants qui ont entre 3 ans et 20 ans d'expérience
Processus linéaire 1			Degré d'accord ++		Davantage choisi par des enseignants reçus au CI	
Processus linéaire 2	Démarche expérimentale		Degré d'accord +	Davantage choisi par les enseignants qui ont eu + 5 h	Davantage choisi par des enseignants sans concours d'enseignement	Davantage choisi par les enseignants qui ont + de 20 ans d'expérience
Processus linéaire 3		Approche pédagogique : donner du sens aux apprentissages	Degré d'accord -			Davantage choisi par des enseignants qui ont – de 3 ans ou plus de 14 ans d'expérience

2.3 Synthèse des résultats issus des questionnaires

Le choix par les enseignants de faire mettre en œuvre ou non des démarches d'investigation scientifique par leurs élèves en classe ne semble pas lié aux caractéristiques personnelles des répondants, comme le nombre d'heures de formation suivi ou le nombre d'années d'expérience. Il semble seulement possible d'affirmer que les enseignants qui n'ont pas été reçus à un concours de l'enseignement déclarent majoritairement ne pas faire mettre en œuvre des DIS en classe par leurs élèves. D'autres éléments doivent pouvoir expliquer en partie le choix fait par ces enseignants. Ceux-ci seront discutés au sein du chapitre suivant.

L'analyse des définitions des DIS, fournies par les enseignants interrogés, montre que ces derniers semblent considérer les DIS comme des démarches hypothético-déductives, essentiellement expérimentales et plus précisément comme « une démarche expérimentale ». Cette démarche est constituée d'une suite d'étapes (présentes dans les programmes scolaires français) dont la formulation « du problème scientifique » et l'émission « d'hypothèses » seraient le point de départ. La structuration des connaissances est peu évoquée. Les principaux objectifs de cette démarche donnés par les enseignants sont la résolution d'un problème et l'acquisition d'habiletés et d'attitudes. Les savoirs préalablement acquis sont quasiment absents du discours des enseignants. Ces derniers évoquent des éléments externes à l'élève pour formuler « un problème » ou « émettre des hypothèses ». Il s'agit notamment de « documents d'appel », « d'un constat » ou « d'une situation surprenante ».

De plus, les enseignants évoquent différentes approches pour expliciter les finalités des DIS qu'ils font mettre en œuvre en classe par leurs élèves : une approche didactique, une approche pédagogique et une approche institutionnelle. Ces approches sont tournées vers les élèves. L'approche didactique semble la plus énoncée. En effet, les enseignants déclarent considérer que les DIS permettent

d'acquérir des habiletés, des attitudes et les démarches elles-mêmes. Cependant, les savoirs conceptuels sont, là encore, peu évoqués par les enseignants.

Concernant plus particulièrement les questions fermées portant sur les savoirs disciplinaires, leur analyse révèle que les savoirs conceptuels, qu'ils soient visés ou mobilisés semblent moins pris en considération par les enseignants interrogés que les autres savoirs disciplinaires (habiletés liées à l'expérimentation et aux éléments des DIS). Dans le même sens, les savoirs préalablement acquis par les élèves sont globalement peu envisagés par les enseignants.

Par ailleurs, il semble possible de dégager des profils d'enseignants concernant l'articulation des démarches d'investigation avec les autres savoirs disciplinaires, à partir des différents processus proposés aux enseignants (circulaire, linéaire, deux processus linéaires distincts et processus linéaire sans mobilisation de savoirs préalables). Cependant, les deux derniers processus paraissent davantage se détacher des deux autres. À titre d'exemple, les enseignants ayant choisi les deux processus distincts ont globalement reçu plus de 5 heures de formation initiale portant sur les DIS, contrairement à ceux qui ont préféré les processus circulaire et linéaire 1. La frontière entre les deux premiers processus (circulaire et linéaire 1) paraît plus floue.

Dans la suite de cette analyse, et dans un premier temps, nous recherchons à travers les entretiens semi-dirigés à confirmer et à approfondir les résultats obtenus à partir de l'analyse des questionnaires. Les enseignants interviewés souhaitent-ils que leurs élèves acquièrent des savoirs conceptuels ? Lesquels ? Pourquoi ? Pourquoi ont-ils choisi tel ou tel processus d'investigation ? Nous nous intéressons donc aux savoirs disciplinaires visés et mobilisés ainsi qu'à leur articulation, déclarés par les enseignants lors de l'explicitation d'une

séance/séquence mise en œuvre récemment en classe. Dans un deuxième temps, dans l'objectif d'apporter des éléments de réponse à notre deuxième objectif de recherche spécifique, nous identifions les dispositifs instrumentaux et procéduraux déclarés être utilisés par les enseignants et leurs élèves.

3. LES DONNEES ISSUES DES ENTRETIENS

Trente-six enseignants ont accepté de participer à un entretien semi-dirigé en transmettant une adresse mail lors du questionnaire. Cependant, seuls huit ont répondu positivement lorsque nous les avons sollicités. Sept ont été gardés pour constituer le sous-échantillon 2. En effet, un enseignant a choisi de décrire lors de l'entrevue une séance de classe portant sur le niveau terminal. Ce dernier ne correspondait donc pas à notre étude (il enseigne à la fois au niveau collège et au niveau lycée). L'analyse réalisée correspond à un deuxième niveau plus approfondi par rapport aux analyses effectuées précédemment. Nous commençons par décrire le sous-échantillon 2 en donnant les caractéristiques personnelles des interviewés et leur choix de séance/séquence à présenter, puis nous explicitons les savoirs disciplinaires visés et mobilisés, ainsi que leur articulation en jeu au sein des séances/séquences exposées. Nous terminons par la description des dispositifs instrumentaux et procéduraux mis en œuvre.

L'analyse des données issues de la transcription des entrevues (annexe K) est réalisée à l'aide de la grille d'opérationnalisation de notre cadre de référence construite *a priori* (tableau 6).

3.1 Les caractéristiques des enseignants interviewés et des séances présentées

3.1.1 Les caractéristiques personnelles des enseignants

Dans cette section, nous décrivons pour chaque enseignant interviewé les caractéristiques qui lui sont associées. Ces éléments proviennent des données issues des questionnaires. Nous notons le type d'établissement dans lequel travaillent actuellement les enseignants (public ou privé, mais aussi ZEP ou non), le sexe, l'âge, la ou les fonctions exercées, le concours le plus élevé pour lequel ils ont été admis, la formation initiale et continue qu'ils ont suivie et enfin l'expérience qu'ils possèdent en collège et en lycée (en nombre d'années).

Nous notons, par exemple (tableau 19), que parmi l'ensemble des enseignants interviewés ne se trouve aucun certifié interne ou sans concours ; tous ont soit un CAPES externe soit une agrégation. Trois sont enseignants formateurs et quatre sont enseignants dont deux exercent des fonctions supplémentaires comme le syndicalisme. Deux enseignants exercent en ZEP. Un enseignant n'a reçu aucune formation portant sur les DIS et deux n'ont pas suivi de formation initiale concernant ces démarches.

Tableau 19 : Les caractéristiques personnelles des interviewés

	Établissement	Sexe	Âge	Fonction	Concours	Formations	Expérience
Enseignant 26	Public	F	Entre 36 et 45 ans	Enseignante directrice des études internat	CE	Pas de FI	C : entre 10 et 13 ans
	ZEP					FC : entre 5 et 10h	L : entre 10 et 13 ans
Enseignant 30	Public	F	Entre 36 et 45 ans	Enseignante formatrice	AE	FI : plus de 10h FC : plus de 10h	C : entre 14 et 20 ans L : moins de 3 ans
Enseignant 27	Public	M	Entre 26 et 35 ans	Enseignant formateur	AE	FI : moins de 5h	C : entre 3 et 9 ans
	ZEP					FC : moins de 5h	L : aucune
Enseignant 13	Public	F	Entre 26 et 35 ans	Enseignante formatrice	CE	FI : entre 5 et 10h FI : entre 5 et 10h	C : entre 3 et 9 ans L : moins de 3 ans
Enseignant 31	Public	M	Entre 36 et 45 ans	Enseignant	CE	Pas de FI	C : entre 10 et 13 ans
						FC : plus de 10h	L : moins de 3 ans
Enseignant 5	Privé	F	Entre 36 et 45 ans	Enseignante	AI	FI : moins de 5h	C : entre 14 et 20 ans
						FC : moins de 5h	L : moins de 3 ans
Enseignant 14	Public	F	Entre 46 et 55 ans	Enseignante	AE	Aucune formation	C : plus de 20 ans
				Syndicaliste			L : entre 10 et 13 ans

3.1.2 Les caractéristiques des séances/séquences

Le tableau 20 présente les caractéristiques des séances/séquences explicitées par les interviewés lors de l'entrevue. Quatre enseignants présentent des séances/séquences de niveau cycle 4 et les autres des séances/séquences de niveau cycle 3. Ces séances/séquences portent sur des thèmes différents. Les enseignants 26 et 13 travaillent avec des demi-classes. Deux interviewés présentent des séances/séquences particulières. En effet, l'enseignant 27 expose un projet d'Enseignement Intégré en Sciences et Technologie (EIST). C'est-à-dire un projet pluridisciplinaire qui fait intervenir ici trois disciplines : les SVT, les SPC (sciences physiques et chimiques) et la technologie. Cependant, l'enseignant de SVT réalise ce projet dans son ensemble. Pour la partie SVT, l'enseignant explique que les

élèves réfléchissent aux différents poissons et végétaux qu'ils mettent dans l'aquarium en tenant compte de leurs besoins et des réseaux alimentaires. Pour la partie SPC, les élèves étudient notamment le cycle de l'eau. Concernant la technologie, ils conçoivent du matériel nécessaire pour le fonctionnement de l'aquarium, comme un filtre, une pompe ou encore un bulleur. L'enseignant 13 présente une séquence qui a été construite lors d'un travail réalisé en formation continue. Cette séquence constitue une ressource disponible pour l'ensemble des enseignants de cycle 3 (primaire et collège). Il s'agit par conséquent d'une séquence créée à plusieurs enseignants et testée avant de devenir une ressource. Par ailleurs, cette séquence constitue un travail par projet pour les élèves.

Le choix réalisé par les interviewés concernant les séances/séquences présentées s'appuie pour certains sur une approbation institutionnelle. En effet, l'enseignant 30 déclare avoir sélectionné sa séance parce qu'elle a été validée par une inspection : « J'ai choisi une séquence sur laquelle j'ai été inspecté et qui s'est plutôt bien passée, c'est pourquoi je me suis permis de reprendre cette séquence » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 30). L'enseignant 13 exprime qu'il a choisi cette séquence parce qu'elle a été construite avec d'autres collègues lors d'une formation. Pour d'autres, le choix se base sur une autosatisfaction du déroulement de la séance. L'enseignant 27 déclare qu'il a préféré présenter une séance d'EIST parce qu'il aime la réaliser ; l'enseignant 5 explique ainsi son choix : « Parce que je trouve qu'elle mettait vraiment les élèves en recherche dans cette DI » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 5) ; et l'enseignant 31 dit qu'il a choisi cette séance « parce qu'elle était vraiment jolie » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 31). Pour ce dernier, cela signifie que les différentes étapes de « la démarche d'investigation » ont été mises en œuvre par les élèves et que le problème était suffisamment ouvert. Dans la même idée, l'enseignant 26 semble vouloir montrer certaines composantes des DIS qui lui paraissent importantes. Il s'agit de l'analyse des résultats d'expériences, de la conclusion et de la structuration des connaissances : « Voilà, c'est la phase expérience... enfin, analyse des résultats, interprétation, conclusion et on en tire un bilan. » (Extrait du

verbatim d'entrevue avec l'enseignant 26). Et enfin, le choix de l'enseignant 14 s'appuie à la fois sur une approbation institutionnelle et sur une satisfaction personnelle : « Parce que je l'aime bien et puis j'en avais pas mal discuté avec des collègues et que les collègues, me l'avaient demandée ensuite parce qu'elle plaisait, donc voilà. C'est une séquence qui a bénéficié d'améliorations collectives. » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 14). Finalement, les séances/séquences exposées par les interviewés semblent être à leurs yeux des séances « idéales ».

Tableau 20 : Caractéristiques des séances/séquences présentées par les interviewés

	Cycle	Thème	Durée	Nombre d'élèves	Particularités
Enseignant 26	4	Communication hormonale chez l'homme	1h	15	
Enseignant 30	4	Répartition des êtres vivants suivant les caractéristiques du milieu	2h	20	
Enseignant 27	3	Mise en place et maintien d'un aquarium d'eau douce	Plusieurs semaines	27	EIST réalisé par l'enseignant de SVT
Enseignant 13	3	L'eau une ressource épuisable	Plusieurs semaines	30	Séquence construite en formation continue pour être une ressource disponible pour les enseignants de cycle 3
Enseignant 31	4	Transformation des aliments en nutriments par les enzymes	1h	30	
Enseignant 5	4	Fécondation, méiose et mitose	3h	30	
Enseignant 14	4	Microbes	1h	30	

La section qui suit explicite les savoirs disciplinaires en jeu, ainsi que leur articulation dans les séances/séquences présentées par les différents enseignants interrogés.

3.2 Les savoirs disciplinaires : quoi ?

Il s'agit ici, dans un premier temps, de retracer les différentes composantes des DIS présentes au cours des séances/séquences exposées par les interviewés. Puis, dans un deuxième temps, les savoirs disciplinaires visés par les enseignants à travers leur séance/séquence, ainsi que les savoirs mobilisés par les élèves, sont décrits. Et enfin, l'articulation de ces savoirs est présentée. Cette section permet de confirmer et d'approfondir les résultats obtenus à partir du questionnaire concernant notre premier objectif.

3.2.1 Les composantes des DIS mises en œuvre

Il est possible de mettre en évidence les différentes composantes des DIS déclarées être mises en œuvre en classe lors de la séance/séquence présentée par les enseignants interrogés (tableau 21). Nous précisons que la présence d'une croix dans le tableau signifie que l'enseignant a explicitement mentionné l'existence de la composante lors de l'entrevue (cela ne représente pas une fréquence mais uniquement la présence). Il n'y a aucune interprétation du chercheur.

Tableau 21 : Vue d'ensemble des composantes déclarées être mise en œuvre par les interviewés

	Formuler un problème scientifique	Proposer une ou des hypothèse(s)	Planifier et mettre en œuvre l'investigation scientifique				Formuler des d'énoncés scientifiques
			Expérience(s)	Observation(s)	Analyse de document(s)	Modélisation	
Enseignant 26					X		X
Enseignant 30	X	X	X				
Enseignant 27	X	X	X				
Enseignant 13		X			X		
Enseignant 31	X	X	X				
Enseignant 5	X	X				X	
Enseignant 14		X			X		

Nous remarquons que la majorité des interviewés (4 sur 7) évoquent la formulation d'un problème et la quasi-totalité (6 sur 7) de ces enseignants exprime la proposition d'une ou plusieurs hypothèses. En effet, l'enseignant 30 explique qu'au début de la séance, il a mis en place une situation-problème (à partir d'un énoncé et de vidéos présentes sur YouTube) pour que ses élèves « trouvent le problème » :

Alors j'avais demandé à mes élèves, en fait, de trouver le problème dans un premier temps. Parce que ma situation de départ, c'était des collégiens qui vont à la pêche et qui se rendent compte que, quand ils vont à la pêche au niveau de la rivière à côté du collège, il n'y a pas les mêmes poissons que quand ils vont à la pêche au niveau du canal qui est au bout du lac. La rivière est une rivière montagnarde de catégorie 1, donc qui est agitée et ensoleillée et, de l'autre côté, donc plus calme avec parcours ombragé, donc avec des arbres au-dessus, donc des poissons différents, et je leur demandais de formuler le problème. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 30)

et proposent des hypothèses : « De là, les élèves m'avaient formulé le problème et ensuite ils avaient formulé des hypothèses » (*Ibid.*). Cet enseignant déclare faire émettre des hypothèses à ses élèves à deux moments différents de sa séance. Dans un premier temps, ses élèves proposent des hypothèses après avoir formulé un problème, puis ils proposent de nouveau des hypothèses après la réalisation des expériences. L'enseignant 27 a créé un débat entre ses élèves au sujet de la mise en place d'un aquarium dans la classe pour faire émerger des questions :

Je les ai fait focaliser sur l'aspect SVT, sur les besoins des poissons dans un premier temps, pour répondre ensuite à comment répondre à ces besoins pour ne pas que ça se mélange trop, parce que pour certains élèves ça ferait trop de questions et ils seraient un peu perdus. Après je prends toutes les hypothèses des élèves. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 27)

L'enseignant 31 explique que ses élèves « posent le problème » puis proposent des hypothèses avant de se mettre d'accord ensemble sur celle à tester : « C'est une activité où on pose le problème, on pose une hypothèse

ensemble. » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 31). L'enseignant 5 exprime que ses élèves ont formulé les deux problèmes suivants :

Comment cela se fait qu'un homme qui a 46 chromosomes et qu'une femme qui a 46 chromosomes font un individu qui est une cellule œuf où il y a à nouveau 46 chromosomes dedans. Donc là, il y a le problème : comment $46+46=46$? Et puis après, l'individu a des cellules qui se multiplient et dans chaque cellule on retrouve 46 chromosomes, donc comment cela se fait ? Comment une cellule d'un coup peut hop fabriquer deux cellules qui en ont-elles aussi 46 ? (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 5)

Ensuite, ses élèves avaient émis des hypothèses : « Donc là, vraiment, ils vont rentrer en démarche d'investigation avec à disposition des fiches sur lesquelles ils vont devoir mettre leurs hypothèses » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 5). Les enseignants 13 et 14 ne parlent pas de problème au cours de l'entretien. Cependant, le premier nous donne la question qui sera le fil conducteur du projet : « Consommons-nous trop d'eau à l'école ? » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 13). Puis, il relate le fait que ses élèves doivent proposer des hypothèses : « Donc, après le passage de chaque groupe, on a les hypothèses qui correspondent. Par exemple, l'eau vient de la mer, l'eau vient des châteaux d'eau qui récupèrent l'eau de pluie, l'eau vient... » (*Ibid.*). Nous remarquons que les hypothèses fournies par les élèves ne cherchent pas à répondre à la question du projet. Il s'agit certainement d'une question générale (titre du projet) pour lancer les élèves dans le projet, mais pas d'un problème que les élèves cherchent à résoudre. Concernant l'enseignant 14, la composante « formuler un problème scientifique » est absente de la séance présentée, mais le terme d'hypothèse est énoncé. En effet, cet enseignant donne une consigne ouverte à ses élèves :

Mettez-vous dans la peau de Semmelweis en 1846, vous voulez sauver ces femmes, vous cherchez à comprendre ce qui se passe pour proposer des solutions. **Menez votre enquête au travers des documents qui vous sont proposés**, posez des hypothèses, imaginez comment les tester et proposez des solutions simples. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 14)

En précisant :

Avec deux points qui sont soulignés dans la consigne, qui sont en couleur, c'est « Mettez-vous dans la peau » pour qu'ils se mettent bien au 19ème siècle et ensuite « Menez votre enquête au travers des documents qui vous sont proposés ». Là aussi, je ne leur demande pas pour le coup de faire appel à leurs idées personnelles mais de s'appuyer sur les documents.
(*Ibid.*)

Quant à l'enseignant 26, il ne relate pas la présence de problème ou d'hypothèse lors de l'explicitation de sa séance. Il explique que celle-ci ne porte que sur une partie de « la démarche d'investigation ».

Ces résultats concernant ces deux composantes des DIS « formuler un problème scientifique » et « proposer une ou des hypothèse(s) » sont cohérents avec les résultats obtenus précédemment lors de l'analyse du questionnaire. En effet, les termes de « problème » et « hypothèse » sont centraux dans le discours des enseignants lorsqu'ils définissent les DIS qu'ils font mettre en œuvre en classe. Les enseignants interviewés semblent mettre en œuvre des démarches hypothético-déductives. De plus, les enseignants (3 sur 4 qui évoquent « un problème ») utilisent l'expression « le problème ». Les élèves doivent donc « poser » ou « trouver » le problème unique de la séance (formulé en amont lors de la préparation de la séance par l'enseignant). Inversement, les enseignants (5 sur 6) parlent « d'hypothèse » au pluriel.

Il est également possible d'observer des recueils de faits différents selon les enseignants. Trois enseignants sur sept interrogés font concevoir et/ou réaliser une ou des expérience(s). Lorsque l'enseignant 30 décrit sa séance, il commence par expliciter longuement les expériences réalisées par ses élèves. Celles-ci paraissent centrales dans la séance. Ses élèves mesurent la quantité de dioxygène présente soit dans un récipient reproduisant un milieu plus ou moins agité soit dans un récipient

contenant des végétaux plus ou moins exposés à la lumière. L'enseignant 27 à travers son projet d'EIST fait réaliser différentes expériences à ses élèves, notamment des mesures d'oxygénation de l'eau de l'aquarium. Il précise que « c'est en manipulant qu'ils apprennent le mieux et de manière plus efficace ». Le troisième enseignant, l'enseignant 31, explique que ses élèves construisent un protocole pour tester l'hypothèse émise et le mettent en œuvre après vérification de l'enseignant. Il précise qu'il laisse parfois ses élèves utiliser des protocoles erronés s'il pense qu'ils peuvent se remettre en question. Cependant, il insiste auprès de ses élèves sur l'importance d'une expérience témoin. L'enseignant déclare que ses élèves réalisent ensuite l'expérience. Il ajoute que ses élèves ne font pas de conclusion, ils s'arrêtent à l'interprétation des résultats. En effet, il explique :

Pendant très longtemps, avec ma collègue, on leur faisait faire interprétation puis conclusion avec le retour à l'hypothèse. C'est vrai que l'étape de la conclusion, on a décidé de la sauter un peu dans le sens où elle était souvent redondante avec l'interprétation, même si on y trouvait des petites subtilités, nous, mais que les élèves ne voyaient pas. Et au final, ça va bien comme ça, quoi. Donc, en fait, quand ils font l'interprétation, on embraie sur : est-ce que mon hypothèse est validée ? (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 31)

Les quatre autres enseignants interviewés évoquent d'autres moyens de recueillir des faits dans la séance/séquence qu'ils ont exposée. Trois des quatre enseignants restants (26, 13 et 14) appuient la validation ou non des hypothèses fournies par leurs élèves sur des documents (textes accompagnés de schémas et/ou de photographies et/ou de tableaux, vidéo, etc.). L'enseignant 26 donne des documents du manuel scolaire relatant les résultats d'expériences sur la communication hormonale chez l'homme. L'enseignant 13 distribue également à ces élèves différents documents contenant des informations. À titre d'exemples, certains portent sur les châteaux d'eau (les supports sont des photographies) et d'autres s'appuient sur une vidéo en ligne (Franceinfo) et concernent les usines de dessalement d'eau de mer. L'enseignant 14 fournit des documents concernant les travaux de Semmelweis dans les années 1840, sur l'existence de microbes pouvant causer la mort de femmes après l'accouchement. Ces documents, qui contiennent

en partie des résultats d'expériences, sont plus ou moins extraits du journal de Semmelweis et de la *Gazette de Vienne*. Finalement, les élèves des enseignants 26 et 14 ne mettent pas réellement en œuvre d'expérience, mais analysent des données provenant d'expériences déjà réalisées. Le dernier enseignant, l'enseignant 5, fait manipuler une maquette représentant les chromosomes humains par ses élèves.

Ces résultats sont en adéquation avec ceux obtenus à partir de l'analyse du questionnaire. En effet, les répondants sont seulement complètement d'accord à 32,10 % avec l'idée que les DIS permettent aux élèves de réaliser des expériences. Néanmoins, la plupart des démarches décrites ici par les enseignants semblent être des démarches expérimentales. En effet, la plupart des enseignants interrogés (5 sur 7) évoquent soit la réalisation concrète d'expériences par leurs élèves soit l'analyse de documents relatant des résultats d'expériences. Ceci est également concordant avec les résultats provenant de l'analyse des données issues du questionnaire.

De plus, nous remarquons que seuls deux des enseignants interviewés déclarent faire mettre en œuvre la composante « interpréter des résultats » à leurs élèves. L'enseignant 26 demande à ses élèves d'interpréter les résultats des différentes expériences inscrits dans le document qui leur a été fourni et l'enseignant 31 souhaite que ses élèves interprètent les résultats d'une expérience sur la transformation de l'amidon en glucose par des enzymes digestives (la pancréatine). L'enseignant 27 n'exprime à aucun moment, lors de l'entrevue, que ses élèves interprètent les résultats des expériences qu'ils ont réalisées et l'enseignant 30 fait reformuler de nouvelles hypothèses à ses élèves après la réalisation des expériences. Un enseignant, l'enseignant 26, déclare que ses élèves communiquent sur leurs résultats. Cependant, il s'agit pour les élèves de recopier et compléter un schéma de leur manuel scolaire : « Pour la phase de communication finale en fait je reprends un schéma du livre : les élèves doivent le recopier, mais aussi le compléter. Donc, en fait, c'est une phase de communication par schéma ».

Pour terminer, seul l'enseignant 26 évoque, lors de l'entrevue, un moment de structuration de connaissances : « Donc voilà, c'est la phase expérience... enfin, analyse des résultats, interprétation, conclusion et on en tire un bilan. » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 26). Nous retrouvons ce résultat lors de l'analyse des données provenant du questionnaire.

Finalement, les démarches présentées par les enseignants interviewés sont le plus souvent des démarches hypothético-déductives de nature expérimentale avec comme point de départ un problème unique. Ces démarches sont toutes incomplètes, les enseignants priorisant davantage soit les premières composantes (formulation du problème et proposition d'hypothèses) soit les dernières (interprétation et communication des résultats d'expériences). Par ailleurs, un seul enseignant relate la présence d'un moment de formulation d'énoncés scientifiques.

3.2.2 Les savoirs disciplinaires en jeu

Dans cette section, nous décrivons les savoirs disciplinaires visés et mobilisés au sein des séances/séquences, présentés par les interviewés (tableau 22). Nous recueillons également les explications fournies par les enseignants quant aux savoirs en jeu dans leur séance/séquence.

Tableau 22 : Vue d'ensemble des savoirs visés et mobilisés déclarés par les interviewés

	Savoirs visés				Savoirs mobilisés		
	Savoirs conceptuels	Habiletés	Attitudes	Autres	Savoirs conceptuels	Habiletés	Attitudes
Enseignant 26	X				X		
Enseignant 30	X				X	X	
Enseignant 27		X					
Enseignant 13		X				X	X
Enseignant 31	X				X	X	
Enseignant 5	X				X		
Enseignant 14				X			

3.2.2.1 Les savoirs visés

L'ensemble des enseignants interviewés souhaite que leurs élèves acquièrent des savoirs disciplinaires. Un type de savoirs semble privilégié par les enseignants : soit les savoirs conceptuels soit les habiletés ou soit les savoirs épistémologiques (autres). Quatre d'entre eux veulent que leurs élèves acquièrent des savoirs conceptuels. En effet, l'enseignant 26 déclare :

La connaissance nouvelle, c'est que cette molécule, c'est une hormone et que c'est un moyen de communication. Ce que les élèves doivent retenir, en fait, c'est la définition de la notion d'hormone ; c'est-à-dire que c'est fabriqué par un organe véhiculé dans le sang, le message est en quantité d'hormones et il y a un organe cible qui donne une réponse. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 26)

L'enseignant 30 exprime qu'il souhaite que ses élèves acquièrent les savoirs conceptuels suivants après l'expérimentation : « Le lien entre l'oxygénation du milieu et la répartition des poissons » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 30). Il s'agit ici des besoins en dioxygène des poissons. Cependant, à plusieurs reprises pendant l'entrevue, l'enseignant utilise de façon interchangeable les termes de savoirs et d'hypothèse. En effet, lorsqu'il évoque les savoirs conceptuels visés, il parle d'hypothèse : « Donc il fallait qu'ils formulent à la fin de la séance, il fallait en fait qu'ils formulent une hypothèse de dire que finalement, nos poissons, ils sont répartis en fonction de leur besoin en dioxygène » (*Ibid.*). L'enseignant 31 explique que les savoirs qu'il souhaite que ses élèves acquièrent sont : « Ben, tout simplement que les... qu'il y avait une substance digestive, une enzyme qui va transformer les aliments en nutriments » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 31). Également, l'enseignant 5 déclare souhaiter que ses élèves acquièrent les connaissances concernant les mécanismes de la méiose, de la mitose et de la fécondation, dans l'objectif de comprendre notamment la biodiversité au sein d'une espèce.

De plus, les enseignants 27 et 13 déclarent désirer que leurs élèves acquièrent des habiletés. Ces habiletés sont liées directement aux DIS. Il semble que ces enseignants font mettre en œuvre des DIS par leurs élèves pour les démarches elles-mêmes. Tout d'abord, l'enseignant 27 déclare que les savoirs conceptuels ne sont pas importants pour lui de façon générale : « Alors les connaissances, j'avoue que je m'en moque un peu. Je sais très bien que, finalement, c'est surtout de la culture que je leur apporte. » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 27). Il insiste sur le fait que c'est la démarche qui est primordiale. Il explique que, pour lui, « les connaissances en soi, c'est secondaire ; c'est-à-dire que c'est d'abord la démarche qui m'intéresse et ensuite on fait des apports au milieu de bilans. » (*Ibid.*). Dans le même sens, il relate qu'il souhaiterait avoir davantage de temps et de classes dédoublées pour que ses élèves réalisent plus d'expériences. En effet, pour lui, « c'est en manipulant qu'ils apprennent le mieux et de manière plus efficace. » (*Ibid.*). Dans le même sens, l'enseignant 13 indique qu'il ne vise pas de savoirs conceptuels lors de cette séquence, c'est « la démarche d'investigation » qui l'intéresse. En effet, il déclare que « Eh bien, il n'y en a pas... » et « Je n'ai pas de souhait particulier, certains l'ont déjà et j'ai envie de dire que la notion ne m'intéresse pas spécialement. Cela va être plus, ce projet, je m'étais concentré davantage sur la démarche », « Je voulais que ce soit centré sur la démarche pour qu'on voit que c'est ça, finalement, l'important et que le reste, ce n'est pas important du tout. » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 13). Il ajoute que

s'il n'y a pas de démarche, c'est le préalable indispensable, s'il n'y a pas de démarche il n'y a pas de notion et c'est pour ça que la notion, elle est vraiment accessoire et que volontairement, il n'y a rien. Il n'y a rien, il n'y a rien d'exigible, rien de fondamental parce que pour beaucoup ils l'ont cette phrase que l'eau est épuisable et qu'il faut faire attention, ils l'ont déjà. Donc, ça va être la mise en œuvre de démarche d'investigation. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 13)

De plus, pour cet enseignant les DIS permettent de construire des habiletés : « On peut construire toutes les micro-capacités derrière, comme je disais, schéma, etc. si et seulement si c'est dans le cadre d'une démarche, sinon ça n'a pas de sens. » (*Ibid.*).

L'enseignant 14, quant à lui, souhaite que ses élèves acquièrent des savoirs qui ne font pas partie de la structure disciplinaire (savoirs conceptuels, savoir-faire et DIS) mais des savoirs sur les savoirs scientifiques (savoirs épistémologiques). Il commente : « C'était plutôt un travail de réflexion » ; les savoirs visés sont « des connaissances sur comment se construit la science et comment il peut y avoir des allers-retours, que la construction de la science n'est pas linéaire. » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 14). Il ajoute : « Je ne leur demande pas de construire la notion de microbe ; de toute façon, ils la connaissent. » (*Ibid.*). Par ailleurs, il semble remettre en question l'intérêt de faire mettre en œuvre des DIS (telles qu'il les perçoit) par les élèves en classe pour construire des savoirs, notamment conceptuels et épistémologiques. En effet, il explique que

c'est par l'histoire des sciences [qu'] on en apprend plus sur la construction des sciences que par la DI. Donc la DI, pour moi c'est une démarche qui est purement pédagogique et didactique. Et donc elle correspond peut-être à une façon d'enseigner, mais pas une façon de faire de la science. Et donc, si la connaissance peut passer par là, c'est bien, mais si elle peut passer par autre chose, c'est bien aussi. [...] Et il y a certains points des programmes qui s'y prêtent et d'autres moins. Parce que, par exemple, sur la réaction inflammatoire, on peut observer des cellules. Donc, quand les questions sont moins théoriques et qu'ils ne risquent pas de partir dans le décor, la DI peut avoir sa place. Mais quand c'est des questions très théoriques, par exemple, je pense en génétique sur la question des gènes et des allèles, moi, je préfère asséner les choses au début plutôt que de les faire chercher et qu'ils se construisent n'importe quoi dans leur tête qu'il faut déconstruire après. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 14)

Cet enseignant semble penser que les savoirs « sur la science » s'enseignent uniquement au travers de l'histoire des sciences ou plus précisément ici en suivant le cheminement temporel de l'élaboration du concept de microbe et non en s'appuyant sur la manière avec laquelle ce concept a été construit, c'est-à-dire en

mettant en œuvre des DIS. Par ailleurs, il semble enseigner les savoirs conceptuels suivant un modèle traditionnel de « transmission-réception ».

3.2.2.2 Les savoirs mobilisés

Seuls cinq enseignants déclarent souhaiter que leurs élèves mobilisent des savoirs disciplinaires. Parmi ces enseignants, quatre expriment désirer que leurs élèves convoquent des savoirs conceptuels. L'enseignant 26 explique qu'il a conscience des savoirs conceptuels préalablement acquis par ses élèves qui sont nécessaires à sa séance : « ce sont les caractères sexuels secondaires, donc ça en fait, c'est dans les prérequis. Dans les prérequis, je reprends également ce qui a été vu en 5^{ème}, c'est-à-dire la communication sanguine avec le transport des molécules, la notion de molécules chimiques, substances chimiques. » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 26). Ces savoirs sont rappelés à l'oral par l'enseignant suivant le besoin des élèves, à tout moment de la séance. L'enseignant 30, déclare que ses élèves mobilisent pour cette séquence

surtout la connaissance de la démarche finalement. Rappeler ce qu'est une démarche scientifique donc un problème, une hypothèse, faire un protocole et puis valider ou non une hypothèse, et puis faire un petit bilan. Après, en termes de connaissances notionnelles, des connaissances un tout petit peu sur la respiration du poisson, savoir que le poisson a besoin d'oxygène. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 30)

L'enseignant précise que ces « connaissances notionnelles » proviennent des séances précédentes sur la respiration des êtres vivants et qu'aucun moyen pédagogique n'est mis en place pour que les élèves mobilisent ces connaissances :

C'est-à-dire qu'on était dans la suite logique, j'avais dû faire la respiration du poisson peut-être 15 jours ou 3 semaines avant. C'était relativement récent. Et puis si, il y a une connaissance personnelle, ils ont tous en tête que les végétaux rejettent de l'oxygène. On n'a pas spécialement remobilisé le fait que les poissons respiraient dans l'eau avec leurs branchies, c'était un acquis ça pour moi. (*Ibid.*)

Finalement, cet enseignant désire essentiellement que ses élèves mobilisent des habiletés portant sur les DIS, même s'il évoque les savoirs conceptuels. L'enseignant 31 explique que ses élèves mobilisent lors de cette séance des savoirs préalablement acquis en classe de 5^{ème} sur la digestion, comme la transformation des aliments en nutriments. Il précise qu'il effectue, lors de la séance précédente, un rappel en groupe classe de ces notions à partir d'un schéma représentant l'anatomie du système digestif et d'explications à l'oral. Par ailleurs, il explicite que, durant la séance, la classe est séparée en deux groupes d'élèves. Le premier groupe réactive ses connaissances concernant « la démarche d'investigation » à partir de documents-méthodes pendant que le deuxième groupe réalise l'expérimentation. Cet enseignant souhaite donc que ses élèves mobilisent à la fois des savoirs conceptuels et des habiletés liées aux DIS. De la même façon, l'enseignant 5 souhaite que ses élèves mobilisent des habiletés. En effet, il insiste sur la réalisation d'un schéma :

Ben déjà, de faire un schéma parce ce qu'on s'était mis d'accord sur comment dessiner un chromosome, donc c'était dessiner un chromosome pour ne pas être perdu. Et comme moi je fais avec des fils chenilles, il y a une nouveauté pour eux qui est chromosome double chromosome simple. Oui là, sur le schéma, il faut qu'on ait un code commun pour pouvoir se comprendre, oui. Pour le schéma, il n'y avait pas le choix. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 5)

Il souhaite également, à travers un schéma à compléter en début de séance, réactiver des savoirs conceptuels qu'il considère indispensables pour formuler le problème de la séance :

On était repartis du schéma de la reproduction humaine, donc tout le vocabulaire : cellule reproductrice, gamète, etc. ça ils devaient le connaître. De cellule œuf, embryon, fœtus jusqu'à naissance aussi. La notion de fécondation, la définition de 4^{ème}, ils devaient la connaître en 3^{ème}. Oui, d'ovule, voilà les prérequis au niveau connaissances. Et puis le nombre de chromosomes observés chez l'individu adulte et dans la cellule œuf. Ce sont des éléments indispensables pour que, après, on se pose la question : Mais comment $46+46=$ toujours 46 ? (*Ibid.*)

L'enseignant 13 déclare que ses élèves ne mobilisent pas particulièrement de savoirs conceptuels préalablement acquis. Il souhaite que ses élèves mobilisent des « capacités et des attitudes » (savoir-faire un schéma, savoir travailler en groupe). Néanmoins, il précise que « cela n'exclut pas d'y arriver sans prérequis logiquement » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 13).

Les deux derniers enseignants interviewés ne souhaitent pas ou ne trouvent pas nécessaire que leurs élèves mobilisent des savoirs disciplinaires. L'enseignant 27 considère que ses élèves n'ont pas besoin de savoirs préalables pour réaliser le projet. Il l'exprime ainsi : « Non, je n'en ai pas vraiment besoin, en fait parce que je leur apporte tout, en fait. Ils en ont besoin pour réaliser leurs hypothèses, mais leurs hypothèses s'ils n'ont pas de prérequis, ils ont juste besoin d'imagination. » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 27). L'enseignant 14 précise qu'« il n'y a pas vraiment de connaissances apportées par les élèves, hors mis leur culture scientifique » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 14).

Les résultats portant sur les savoirs déclarés être visés et mobilisés lors des séances/séquences présentées par les enseignants pendant l'entrevue sont concordant avec les résultats issus de l'analyse des questionnaires. Les savoirs conceptuels ne sont pas nécessairement visés ni mobilisés. Certains enseignants privilégient « la démarche d'investigation » au détriment des savoirs conceptuels, tandis qu'un autre pense que d'enseigner l'histoire des sciences est une meilleure façon d'appréhender « la science ». Les enseignants qui ont déclaré souhaiter que leurs élèves acquièrent des savoirs conceptuels sont les mêmes que ceux qui désirent également que leurs élèves mobilisent ces savoirs. Par ailleurs, le verbe « construire » est utilisé seulement par quatre interviewés. Parmi ceux-là, deux (les enseignants 30 et 13) l'emploient en lien avec des habiletés : « reconstruire » ou « construire » un schéma, un tableau, des « micro-capacités », etc. L'enseignant 14 parle de « construire la notion de microbe » mais pas en lien avec les DIS. Il semble qu'il associe aux DIS une construction erronée des savoirs conceptuels qu'il faudra

déconstruire par la suite. Seul l'enseignant 5 explique que certains savoirs conceptuels préalablement acquis sont indispensables pour « construire la notion d'évolution ». Il ne fait toutefois pas de lien avec les DIS. Certains enseignants interrogés privilégient pour évoquer l'acquisition de savoirs conceptuels par leurs élèves, les termes de « assimiler » ou « retenir ». D'autres ne parlent pas d'acquisition de savoirs conceptuels. Finalement, nous nous interrogeons sur deux points importants :

1. les enseignants de notre échantillon ne semblent pas considérer les DIS comme des démarches dont l'objectif est la reconstruction de savoirs conceptuels en SVT ;
2. ces mêmes enseignants n'évoquent pas la nécessité de savoirs conceptuels préalablement acquis pour formuler un problème et/ou émettre des hypothèses..

3.2.3 *L'articulation des savoirs disciplinaires à travers un processus*

Dans cette section, il s'agit d'identifier et de proposer des explications à propos du choix des enseignants concernant la forme du processus d'investigation scientifique qu'ils font mettre en œuvre en classe par leurs élèves. Pour cela, notre analyse s'appuie ici deux éléments. Le premier provient de réponses apportées par les répondants lors du questionnaire (annexe K). Nous rappelons que, lors du questionnaire, les répondants se sont positionnés sur une des quatre formes de processus proposées, à savoir un processus circulaire, un processus linéaire (avec des savoirs mobilisés), deux processus linéaires distincts (un pour les DIS et un pour les autres savoirs disciplinaires) et un processus linéaire sans savoir mobilisé. Nous avons demandé aux interviewés de justifier ce choix. Ce choix correspond à ce qui représente le mieux, selon les répondants, l'articulation des DIS avec les autres savoirs qu'ils font mettre en œuvre par leurs élèves en classe. Le deuxième est issu de l'entrevue. Lors de cette dernière, les enseignants interrogés ont précisé si les savoirs conceptuels visés lors de la séance présentée sont par la suite (dans

d'autres séances) mobilisés par les élèves. Le tableau 23 représente une vue d'ensemble de ces deux éléments.

Tableau 23 : Représentation du choix de processus réalisé lors du questionnaire par les répondants et la déclaration lors de l'entrevue de faire mobiliser ultérieurement les savoirs visés lors de la séance présentée

	Mobilisation ultérieure des savoirs conceptuels visés	Processus choisi lors du questionnaire			
		Circulaire	Linéaire 1	Linéaire 2	Linéaire 3
Enseignant 26	X	X			
Enseignant 30		X			
Enseignant 27			X		
Enseignant 13		X			
Enseignant 31	X		X		
Enseignant 5	X		X		
Enseignant 14				X	

Parmi les quatre enseignants ayant souhaité que leurs élèves acquièrent des savoirs conceptuels lors de la séance/séquence présentée pendant de l'entrevue, trois déclarent les faire mobiliser lors d'une séance de classe ultérieure (les enseignants 26, 31 et 5). En effet, l'enseignant 26 exprime que les savoirs portant sur la communication hormonale chez l'homme visés durant la séance exposée seront réinvestis dans le chapitre suivant sur la communication hormonale chez la femme. L'enseignant 31 relate que ses élèves réutilisent les savoirs conceptuels portant sur la transformation des aliments en nutriments par les enzymes digestives dans la séance suivante où ils étudient « les grands groupes de substances organiques ». Cependant, ces deux enseignants précisent que, ces savoirs ne sont pas réinvestis, lors de séances basées sur l'investigation scientifique. L'enseignant 5 explique que les savoirs conceptuels visés lors de la séance présentée sont réutilisés par ses élèves pour la formulation d'un nouveau problème, « comment de nouvelles espèces apparaissent-elles sur Terre », lors d'une autre séquence portant sur l'évolution.

Concernant maintenant, la justification apportée par les enseignants au sujet de leur choix de forme de processus d'investigation scientifique, trois ont préféré la forme circulaire (les enseignants 26, 30 et 13), trois la forme linéaire 1 (les enseignants 27, 31 et 5) et un la forme linéaire 2 (l'enseignant 14). Ces enseignants justifient leur choix suivant trois types d'arguments : 1) épistémologiques, 2) pédagogiques et 3) cognitifs (tableau 24). Nous pouvons observer une concordance entre le choix de processus des enseignants et le type d'arguments qu'ils fournissent pour justifier leur choix. En effet, les enseignants 26, 30 et 13 préfèrent le processus circulaire et utilisent des arguments de type « cognitif » pour justifier leur choix. Les enseignants 27, 31 et 5 choisissent le processus linéaire 1 et avancent des arguments de type pédagogique pour expliquer le processus sélectionné. Enfin, l'enseignant 14 favorise le processus linéaire 2 (deux processus distincts) en le justifiant par des arguments de type épistémologique.

Tableau 24 : Le type d'arguments donné par les enseignants pour justifier leur choix de processus

	Arguments de type épistémologique	Arguments de type pédagogique	Arguments de type "cognitif"
Enseignant 26		Processus linéaire 1	X
Enseignant 30			X
Enseignant 27		X	
Enseignant 13	Processus linéaire 2		X
Enseignant 31		X	
Enseignant 5		X	Processus Circulaire
Enseignant 14	X		

3.2.3.1 Un processus « circulaire » argumenté par des éléments « cognitifs »

La séance présentée par l'enseignant 26 n'est pas problématisée et l'accent est mis sur l'analyse de résultats d'expériences. Cet enseignant a choisi le processus circulaire. Cependant, il justifie son choix en évoquant les doubles flèches qui relient les différentes parties du schéma : « Les élèves doivent pouvoir revenir en

arrière. ». L'aspect circulaire du processus n'a pas été perçu par l'enseignant. Par ailleurs, pour expliquer l'importance des doubles flèches, il donne des arguments de type « cognitif » : « Ce qui me paraît important, c'est de relier tout le temps toutes les idées. Et à un moment donné, s'il faut revenir sur des prérequis, on le fait. [...] Rien n'est défini. Si je vois que l'élève bugge à un moment donné, on revient en arrière. » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 26). Cet enseignant semble percevoir les DIS comme une suite d'idées reliées entre elles.

L'enseignant 30 a mis en place une activité à partir de textes et d'une vidéo qu'il appelle une « situation-problème » de façon à ce que les élèves élaborent un problème et proposent des hypothèses. Cependant, de la même manière que l'enseignant précédent, il a choisi le processus circulaire parce qu'il a des doubles flèches. Là encore, la circularité du processus n'a pas été saisie. Par ailleurs, il semble que cet enseignant ne perçoive pas non plus (malgré sa présence dans la question posée) qu'il s'agit de schémas représentant différentes formes de processus de DIS articulant les savoirs disciplinaires. Il avance également des arguments de type « cognitif » pour expliquer les doubles flèches. Il parle de « démarche intellectuelle » ou de « démarche personnelle ».

Le cerveau fait des liens constamment et c'est pour ça, finalement, que j'ai choisi le premier ; c'est parce que, justement vous avez mis des flèches à double sens. Donc, pour moi, c'est ce qui va le mieux traduire notre pensée intellectuelle. C'est-à-dire que notre cerveau fait des liens constamment et nous on fait des liens sans arrêt entre nos connaissances, nos capacités, nos attitudes. Et donc, il me paraît un peu plus labyrinthique et donc il me paraît beaucoup plus dans ma démarche personnelle, c'est-à-dire que, chez moi, il y a des allers-retours dans tous les sens. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 30)

L'enseignant 13 ne parle pas de problème ou d'élaboration d'un problème par les élèves. Il insiste sur ce qu'il appelle tantôt des conceptions tantôt des hypothèses. Néanmoins, malgré le choix du processus circulaire, l'enseignant n'identifie pas la circularité. Son choix s'est porté sur ce schéma pour les mêmes

raisons que les deux autres enseignants interrogés : « Tout est lié. ». Il s'exprime ainsi lors de l'entrevue : « On imagine que l'avancée vers la résolution du problème, elle est conditionnée par des allers-retours, sinon cela ne marcherait pas pour moi. C'est pour ça que je prendrais le 1. » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 13). Dans le même sens, il explique l'importance des allers-retours en s'appuyant sur des arguments de type cognitif :

Dans l'idéal, c'est un aller-retour permanent entre la ligne du bas, c'est les acquis des élèves et au-dessus c'est comment ils vont les mobiliser, comment ils vont s'inscrire, en tout cas comment ils vont faire des allers-retours entre la démarche qui leur est proposée ou dans laquelle ils s'inscrivent et ce qu'ils savent faire et ce qu'ils savent. (*Ibid.*)

Par ailleurs, l'enseignant explique qu'il ne choisit pas le processus linéaire sans les savoirs préalables pour la raison suivante : « C'est ce que je vous disais au début : ça part quand même de ce qu'ils savent parce que si on ne repart pas des représentations, c'est de la perte de temps et ça ne va pas motiver. » (*Ibid.*). De plus, il faut noter que cet enseignant ne perçoit pas ici les savoirs conceptuels visés, il ne voit que les savoirs préalablement acquis.

3.2.3.2 Un processus linéaire 1 argumenté par des éléments pédagogiques

L'enseignant 27, quant à lui, a choisi le processus linéaire 1. Cependant, le discours qu'il tient durant l'entrevue (il explique que ses élèves ont seulement besoin d'imagination et pas de connaissances préalables) correspond davantage à un processus linéaire 3 (sans savoir préalable). Alors, se rendant compte de son discours sur les savoirs préalables, il précise : « Donc, du coup, c'est vrai que des savoirs préalables, il n'y en a pas forcément. Et même si on n'utilise pas de savoirs, même si on sait ou on ne sait pas, on utilise quand même des connaissances qu'on a à la maison, qu'on a acquises en dehors pour notre imagination en fait ». Par ailleurs, il ajoute que son choix de schéma peut varier suivant le niveau scolaire auquel s'adresse la séance de classe. Il explique que des élèves de 3^{ème} ou de lycée

sont davantage capables de réaliser des allers-retours entre les composantes des DIS que des élèves plus jeunes. Il fournit donc des arguments de type pédagogique :

Au collège, on est surtout sur cette vision un peu linéaire plutôt que quelque chose qui rebondit quoi. Parce que c'est vrai que si je prends des 3^{èmes} ou plutôt lycée, c'est vrai que j'aurais plutôt choisi le schéma 1 puisqu'il y a quelque chose qui permet de faire des allers-retours entre ce qu'on vient d'apprendre et les problèmes qui se reposent du coup dans un deuxième temps. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 27)

Les enseignants 31 et 5 ont également choisi le processus linéaire 1. Ces deux professionnels, contrairement à ceux qui ont sélectionné le processus circulaire, indiquent qu'ils n'ont pas choisi le processus circulaire à cause des doubles flèches. Ils considèrent, tout comme l'enseignant 27, qu'en classe l'articulation des savoirs disciplinaires se fait de façon chronologique et sans retour possible en arrière. Ces deux enseignants évoquent aussi des arguments de type pédagogique. En effet, l'enseignant 31 explique : « Après les allers-retours, je sais bien que ce n'est pas vraiment linéaire, les élèves sont censés pouvoir modifier leur problème au cours de leur activité ; mais au final, dans une situation d'apprentissage, mettre en place ça, je trouve ça impossible à mettre en œuvre. [...] Je vais contrôler. » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 31). Cet enseignant précise que cela prendrait trop de temps de faire faire des allers-retours à ses élèves. Quant à l'enseignant 5, il raconte qu'« ils n'ont pas forcément la maquette avec eux pour pouvoir faire l'aller-retour. [...] Oui, c'est juste ça parce que je n'ai pas la possibilité de leur laisser tout sous la main ou alors faudrait tout faire en classe et tout le temps. » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 5). Par ailleurs, ce dernier relate que les différentes séquences de cours pourraient ressembler à une suite de processus linéaires tous reliés entre eux :

Il [le processus] sert à rentrer dans une autre DIS à partir des savoirs visés. C'est un ensemble, là on fait le zoom sur une séquence avec une démarche de ce type-là, mais elles sont toutes en lien en fait. Les savoirs visés c'est un nouvel outil pour faire autre chose après et pour repartir sur une nouvelle DIS. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 5)

3.2.3.3 Un processus linéaire 2 argumenté par des éléments épistémologiques

L'enseignant 14 a choisi les deux processus distincts (linéaire 2). Cela correspond à la description de la séance faite par celui-ci précédemment, puisqu'il déconnecte l'apprentissage des savoirs conceptuels et la mise en œuvre de démarches d'investigation par les élèves. Il explique son choix en apportant des arguments de type épistémologique. Il déclare, en s'appuyant sur sa propre interprétation des recommandations institutionnelles (comme les programmes scolaires) :

Je trouve que c'est un peu simpliste ces cadres avec ces flèches telles qu'elles sont là. Et donc l'idée de formuler un problème et donc de planifier l'investigation pour comprendre, déjà pour les élèves, ont leur impose le problème ce n'est pas un choix de leur part. Donc ça ne répond pas forcément à une question de leur part, et d'ailleurs, maintenant les programmes nous demandent de trouver la bonne question pour nos élèves et je trouve que ce n'est pas forcément un service à rendre aux enseignants. Ensuite, planifier et mettre en œuvre l'investigation scientifique tel qu'on le fait dans la classe, c'est toujours linéaire, alors que quand on le fait dans la vraie vie, ça ne l'est pas parce que souvent on trouve un résultat et que ça nous oblige à reformuler le problème et on fait des itérations qu'on n'a pas le temps de faire dans la classe. Donc parfois, je me dis que ce qu'on construit dans la classe, c'est l'idée d'une science très dogmatique, très linéaire qui n'a rien à voir avec la réalité et je ne sais pas si on rend service à la société de faire ça comme ça. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 14)

Il insiste en ajoutant :

Finalement, la manière dont on construit le cours de sciences à l'école, de mon point de vue, va donner soit des personnes pour lesquelles la science est une croyance comme une autre, soit des personnes qui seront dans le doute permanent. Il ne faut pas chercher à vouloir faire de la science de base dans les écoles parce que ce n'est pas ça, ça ne pourra jamais être ça et, pour le moment je trouve qu'il y a une certaine hypocrisie à vouloir cacher le fait qu'on construit des savoirs scolaires. (*Ibid.*)

Dans le même sens, l'enseignant justifie son choix de séance portant sur de l'histoire des sciences en expliquant que c'est davantage à partir de cette dernière qu'on apprend ce qu'est « la science » qu'à partir de « la démarche d'investigation ».

De plus, il semble que l'enseignant perçoit les démarches d'investigation comme des démarches d'ordre didactique et non scientifique. En effet, il déclare :

C'est-à-dire observer que l'eau glace, pour moi, la main à la pâte, ce n'est pas de la science. Ça a de l'intérêt, c'est très important comme démarche didactique, mais il ne faut pas confondre démarche didactique et démarche scientifique. Pour moi, c'est une démarche qui est purement pédagogique et didactique. (*Ibid.*)

L'enseignant confirme que, pour lui, « la démarche d'investigation » est une méthode d'enseignement et qu'elle ne permet pas nécessairement la construction de connaissances par les élèves en déclarant :

La méthode qu'on emploie dépend de la méthode que l'on veut faire passer et, donc, on ne peut pas toujours employer la même méthode c'est absurde. C'est une méthode intéressante, si on considère que ce n'est pas une méthode qui donne le reflet complet d'une démarche scientifique, mais que c'est une méthode parmi tant d'autres et que, comme elle est chronophage, on ne peut pas la mettre en œuvre régulièrement. Il y a un moment aussi où on ne peut pas faire raisonner les élèves sur du sable, on doit leur donner les connaissances qui leur permettent d'appliquer ce type de méthode, sinon cela n'a pas beaucoup d'intérêt. (*Ibid.*)

Il donne un exemple : « Je pense en génétique, sur la question des gènes et des allèles, moi je préfère asséner les choses au début plutôt que de les faire chercher et qu'ils se construisent n'importe quoi dans leur tête qu'il faut déconstruire après. » (*Ibid.*)

En conclusion de cette section, les savoirs conceptuels visés sont parfois réutilisés par la suite dans d'autres séances. Cependant, aucun des enseignants interrogés ne semble réellement concevoir dans sa pratique une articulation des DIS avec les autres savoirs disciplinaires au sein d'un processus circulaire. Des enseignants ont choisi ce processus uniquement en raison de la présence de doubles flèches. Il existe donc, dans nos résultats obtenus avec les questionnaires, de faux positifs pour le processus circulaire. Le pourcentage de 52 % est par conséquent réduit. Cela peut expliquer le fait de l'existence d'une frontière floue repérée lors de l'analyse du questionnaire entre le processus circulaire et le processus linéaire 1. Par conséquent, les enseignants ayant choisi la forme circulaire semblent davantage s'orienter vers un processus linéaire 1 avec des doubles flèches. Finalement, en n'excluant pas la présence de processus circulaire, quatre formes de processus paraissent se retrouver dans le choix des enseignants de notre échantillon :

1. un processus linéaire avec des doubles flèches,
2. un processus linéaire avec de simples flèches,
3. deux processus linéaires distincts,
4. un processus linéaire sans savoir conceptuel préalablement acquis mobilisé.

De plus, les arguments énoncés par les enseignants peuvent être catégorisés en trois groupes et correspondent à un processus particulier :

1. Des arguments de type cognitif pour expliquer le choix d'un processus circulaire ou plutôt un processus linéaire avec doubles flèches.
2. Des arguments de type pédagogique pour justifier le choix d'un processus linéaire 1 ou un processus linéaire avec de simples flèches.
3. Des arguments de type épistémologique pour motiver le choix d'un processus linéaire 2 ou deux processus linéaires distincts.

Par ailleurs, les enseignants qui ont choisi un processus circulaire, ou plus précisément un processus linéaire avec doubles flèches, semblent relier ce processus à une démarche d'apprentissage plutôt qu'à une démarche d'investigation scientifique.

3.3 Les dispositifs mis en œuvre : comment ?

Dans cette section, les différents dispositifs instrumentaux et procéduraux déclarés être mis en œuvre en classe par les interviewés sont présentés. Nous cherchons ici à apporter des éléments de réponse à notre deuxième objectif de recherche. Le tableau 25 donne un aperçu succinct de ces différents dispositifs.

Tableau 25 : Vue d'ensemble des dispositifs instrumentaux et procéduraux déclarés être mis en œuvre par les interviewés

	Dispositifs instrumentaux		Dispositifs procéduraux			
	Pédagogiques	Didactiques	Organisationnels	Niveau de mise en œuvre des DIS		
				Investigation confirmatoire	Investigation structurée	Investigation ouverte
Enseignant 26	Manuel scolaire, cahier d'élève		Travail individuel à l'écrit (activité), Groupe classe à l'oral (correction)	Une partie de DIS : grille inapplicable		
Enseignant 30	Vidéos	Matériel de laboratoire, documents	Travail par groupes de 4 ou 5 élèves (expériences)			X
Enseignant 27	Cahier de l'élève	Matériel d'aquarium, êtres vivants, documents		Les projets ne sont pas suffisamment explicités		
Enseignant 13	Affiches, tableau de classe	Documents	Travail par groupes d'élèves et mises en commun en groupes classe			
Enseignant 31		Matériel de laboratoire, livret de réactifs, documents méthodes sur les DIS	Travail par binômes soit individuel (expérience)			X
Enseignant 5	Chemises, classeur de l'élève	Maquettes, documents	Travail individuel ou par groupes d'élèves (au choix)	Il n'y a pas de proposition et de réalisation de protocole		
Enseignant 14	Cahier de l'élève	Documents	Travail par groupes d'élèves	Une seule composante des DIS : grille inapplicable		

Cependant, nous précisons que s'agissant de séances/séquences effectuées il y a plus ou moins longtemps avant l'entrevue, les enseignants sont dans une description qui est de l'ordre du général. Il est donc difficile d'obtenir des informations très précises sur les dispositifs. L'analyse des observations réalisée dans la prochaine partie apportera davantage de détails.

3.3.1 *Les dispositifs instrumentaux*

Les dispositifs instrumentaux mis en œuvre lors des séances/séquences présentées par les enseignants sont de deux ordres : des dispositifs pédagogiques et des dispositifs didactiques.

La quasi-totalité des enseignants (6 sur 7) interrogés évoque des dispositifs pédagogiques comme le manuel scolaire, le cahier (ou le classeur) de l'élève ou le tableau de la classe. Ce sont des dispositifs utilisés, ici, pour prendre des notes (traces de cours).

Concernant, les dispositifs didactiques, les enseignants qui ont exprimé lors de l'entrevue la réalisation d'une ou des expériences par leurs élèves (enseignants 30, 27 et 31) évoquent la mise en œuvre de matériels de laboratoire (verrerie, bain-marie, sondes à dioxygène, lampes, thermomètre, EXAO, etc.), d'êtres vivants (végétaux, poissons), de molécules (enzymes) et de réactifs (par exemple, le Lugol). L'enseignant 5 fait manipuler une maquette (représentant des chromosomes humains) à ses élèves. Également, des documents regroupant différentes formes d'écrits scientifiques (texte, schéma, tableau, etc.) sont utilisés par les élèves. Ces dispositifs sont parfois des éléments constitutifs d'une situation-problème (enseignant 30). Ils sont également mis en œuvre pour compléter une activité d'investigation ou pour apporter des aides (coup de pouce) méthodologiques (enseignants 27 et 5). Enfin, ils constituent le cœur de l'activité d'investigation

(enseignants 26, 13 et 14). Dans ce dernier cas, il s'agit le plus souvent de documents relatant des résultats d'expériences.

3.3.2 *Les dispositifs procéduraux*

Presque tous les enseignants interrogés font travailler leurs élèves en groupes au moment de l'activité d'investigation (5 enseignants sur 7), puis en groupe classe lors de la mise en commun de cette dernière. Cependant, aucun enseignant n'a précisé les modalités des groupes (collaboratifs, coopératifs, etc.). Le fait de faire travailler les élèves à plusieurs ne semble pas être en relation avec une approche épistémologique des DIS, c'est-à-dire avec le fait qu'il s'agisse de démarches de types socioconstructivistes. Il s'agit davantage d'explications :

1. de type pédagogique, comme améliorer la gestion de la classe ou l'autonomie des élèves ;
2. de type didactique comme « travailler l'autonomie ».

Les enseignants 30 et 5 expriment leur choix de faire travailler leurs élèves en groupe en se basant sur des arguments de type pédagogique. En effet, l'enseignant 30 précise :

J'avais cette motivation de groupes. Si vous voulez, le fait qu'ils travaillent à 4/5, c'est quand même différent de quand ils travaillent seuls ou à deux, parce que moi j'ai moins de groupes à gérer, et eux, ils font réellement un travail de groupe. J'ai beaucoup fait ça parce que je trouvais que c'était intéressant aussi bien pour moi en termes de gestion, en termes d'autonomie et eux en termes de relationnel. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 30)

L'enseignant 5 donne le choix à ses élèves soit de se mettre en groupes soit de travailler seuls. Cet enseignant précise qu'à tout moment de la séance ses élèves peuvent modifier ce choix suivant leurs besoins et leurs désirs.

L'enseignant 13 donne une explication de type didactique. Il relate que ses élèves réalisent les activités en groupes parce que c'est une « capacité » à acquérir. Dans la même idée, l'enseignant 31 parle d'autonomie de ses élèves :

Parce qu'en fait... ça dépasse le cadre de la DI à proprement parler, c'est plus une considération philosophique large. Il faut absolument qu'ils soient silencieux derrière leur table, il ne faut pas qu'ils bougent et en fait, du coup, on ne travaille pas du tout l'autonomie et on a des gamins, moi je trouve, qui sont oisillons, qui ont le bec ouvert et qui attendent qu'on leur mette dans la bouche. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 31)

L'enseignant 14 a choisi de faire travailler ses élèves en groupes, mais il évoque lors de l'entrevue, son désir de faire évoluer l'organisation de la classe pour cette séance, ainsi que pour l'ensemble des séances de l'année scolaire. Il explique qu'après avoir lu des « articles de recherche », et après avoir pris du recul sur cette pratique, il pense que de faire travailler les élèves en groupes (supérieur à 2 élèves) n'est pas nécessairement bénéfique et notamment pour les élèves « en difficulté » :

Parce que j'ai lu de la recherche depuis et je me rends compte et j'ai fait travailler en groupes d'autres élèves depuis, j'accordais trop d'importance probablement à la tâche cognitive et peut-être pas assez à la manière dont le groupe fonctionnait et que l'idée que les élèves qui sont en difficulté dans un travail en groupe profitent du travail en groupe, je pense qu'elle n'est pas bonne cette idée-là, ce n'est pas vrai. (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 14)

Pour terminer, seul l'enseignant 26 préfère que ses élèves réalisent l'activité d'investigation de façon individuelle. Cet enseignant travaille dans un établissement classé en ZEP. À ce titre, il déclare : « Je passe auprès de chaque élève, c'est un public jugé difficile parce que c'est un public ZEP » (Extrait du *verbatim* d'entrevue avec l'enseignant 26).

Finalement, les enseignants interviewés n'évoquent pas la dimension sociale des DIS. Leurs réflexions sur l'organisation de la classe (modalités de travail des élèves) reposent essentiellement sur des raisons pédagogiques ou didactiques déconnectées des DIS.

Quelle place les enseignants laissent-ils à leurs élèves lors de DIS ?

Le niveau de mise en œuvre des DIS que les différents enseignants ont exposé à travers le récit de leur séance/séquence n'est pas identifiable pour cinq d'entre eux. En effet, les enseignants 26 et 14 présentent des DIS incomplètes (une ou deux composantes). Les enseignants 27 et 13 exposent plusieurs séances faisant partie d'un projet. Ces séances ne sont pas suffisamment explicitées pour repérer les indicateurs nécessaires à l'identification du niveau. Les élèves de l'enseignant 5 ne proposent et ne mettent pas en œuvre de protocole. Ils manipulent une maquette pour comprendre un phénomène génétique. Les deux autres enseignants semblent faire mettre en œuvre des DIS de niveau « investigation ouverte » (Figure 52). En effet, les enseignants 30 et 31 décrivent des séances où leurs élèves construisent un problème, formulent des hypothèses puis proposent et mettent en œuvre un protocole. Néanmoins, les composantes « analyse » et « communication des résultats » ne sont pas explicitées par ces enseignants.

+ -

	Investigation confirmatoire	Investigation structurée	Investigation guidée	Investigation ouverte
Degré de connaissance par les élèves de la réponse au problème	Explication préalable par l'enseignant	Absent ou faible (à construire)	Absent ou faible (à construire)	Absent ou faible (à construire)
Formulation du problème	Par l'enseignant	Par l'enseignant	Par l'enseignant	Engagement des élèves
Proposition du protocole	Par l'enseignant	Par l'enseignant	Engagement des élèves	Engagement des élèves
Réalisation du protocole	Contrôlé par l'enseignant	Contrôlé par l'enseignant	Engagement des élèves	Engagement des élèves
Analyse, interprétation et formulation d'énoncés scientifiques	Savoir fourni au préalable	Engagement des élèves	Engagement des élèves	Engagement des élèves

Enseignants 30 et 31

Figure 52 : Tableau permettant d'identifier le niveau de mise en œuvre des DIS des enseignants 30 et 31

3.4 La synthèse des résultats issus de l'entrevue

Les démarches présentées par les enseignants interviewés sont le plus souvent des démarches hypothético-déductives de nature expérimentale avec comme point de départ un problème unique. Ces démarches sont toutes incomplètes, les enseignants priorisant davantage soit les premières composantes (formulation du problème et proposition d'hypothèses), soit les dernières (interprétation et communication des résultats d'expériences). Par ailleurs, un seul enseignant relate la présence d'un moment de formulation d'énoncés scientifiques.

Les résultats portant sur les savoirs déclarés être visés et mobilisés lors des séances/séquences présentées par les enseignants pendant l'entrevue sont concordants avec les résultats issus de l'analyse des questionnaires. Les savoirs conceptuels ne sont pas nécessairement visés ni mobilisés. Certains enseignants privilégient « la démarche d'investigation » au détriment des savoirs conceptuels. Les enseignants qui ont déclaré souhaiter que leurs élèves acquièrent des savoirs conceptuels sont les mêmes qui désirent également que leurs élèves mobilisent ces savoirs. Par ailleurs, le verbe « construire » est utilisé seulement par quatre interviewés. Parmi ceux-là, deux (les enseignants 30 et 13) l'emploient en lien avec des habiletés : « reconstruire » ou « construire » un schéma, un tableau, des

« micro-capacités », etc. L'enseignant 14 parle de « construire la notion de microbe », mais pas en lien avec les DIS. Il semble qu'il associe aux DIS une construction erronée des savoirs conceptuels qu'il faudra déconstruire par la suite. Seul l'enseignant 5 explique que certains savoirs conceptuels préalablement acquis sont indispensables pour « construire la notion d'évolution », il ne fait cependant pas de lien avec les DIS. Certains enseignants interrogés privilégient, pour évoquer l'acquisition de savoirs conceptuels par leurs élèves, les termes de « assimiler » ou « retenir ». D'autres ne parlent pas d'acquisition de savoirs conceptuels. Finalement, nous nous interrogeons sur le fait que les enseignants de notre échantillon ne semblent pas considérer les DIS comme des démarches dont l'objectif est la reconstruction de savoirs conceptuels en SVT. Par ailleurs, nous relevons que deux enseignants (sur sept) relatent explicitement que leurs élèves n'ont pas besoin de mobiliser des savoirs préalablement acquis. Ces derniers s'appuieraient uniquement sur leur imagination.

Concernant l'articulation des savoirs disciplinaires, les savoirs conceptuels visés sont parfois réutilisés (selon les dires des enseignants) par la suite dans d'autres séances. Toutefois, aucun enseignant interrogé ne semble réellement concevoir dans sa pratique une articulation des DIS avec les autres savoirs disciplinaires au sein d'un processus circulaire. Les enseignants ayant choisi ce processus l'ont fait uniquement en raison de la présence de doubles flèches. Il existe donc, comme nous l'avons précisé précédemment, dans nos résultats obtenus avec les questionnaires, de faux positifs pour le processus circulaire. Le pourcentage de 52 % est en conséquence réduit. Cela peut expliquer le fait de l'existence d'une frontière floue, repérée lors de l'analyse du questionnaire, entre le processus circulaire et le processus linéaire 1. Par conséquent, les enseignants ayant choisi la forme circulaire semblent davantage s'orienter vers un processus linéaire 1 avec des doubles flèches. Au final, sans nier l'existence d'enseignants ayant véritablement choisi le processus circulaire, quatre formes de processus paraissent se retrouver dans le choix des enseignants de notre échantillon : (1) un processus linéaire avec des doubles flèches ; (2) un processus linéaire avec de simples

flèches ; (3) deux processus linéaires distincts ; et (4) un processus linéaire sans savoir conceptuel préalablement acquis mobilisé (sans exclure la possibilité que certains enseignants aient réellement choisi le processus circulaire). De plus, les arguments énoncés par les enseignants peuvent être catégorisés en trois groupes et correspondent à un processus particulier :

1. des arguments de type cognitif pour expliquer le choix d'un processus circulaire ou plutôt d'un processus linéaire avec doubles flèches ;
2. des arguments de type pédagogique pour justifier le choix d'un processus linéaire 1 ou d'un processus linéaire avec de simples flèches ;
3. des arguments de type épistémologique pour motiver le choix d'un processus linéaire 2 ou de deux processus linéaires distincts.

Les résultats portant sur les dispositifs mis en œuvre pendant les séances exposées sont, comme évoqué précédemment, peu précis. Cependant, il est possible d'observer que les dispositifs instrumentaux sont essentiellement didactiques, les dispositifs pédagogiques étant utilisés pour garder une trace écrite de la séance/séquence. Les dispositifs instrumentaux peuvent aussi constituer le cœur de l'activité d'investigation sous forme d'un document relatant des résultats d'expériences. Nous remarquons également que les élèves travaillent pour la plupart en groupes. L'existence de ces groupes est fondée sur des arguments de type pédagogique et didactique. De plus, le niveau identifiable (pour deux enseignants) de mise en œuvre des DIS semble être ouvert.

Finalement, nous nous interrogeons sur trois points :

1. Les enseignants de notre échantillon ne semblent pas considérer les DIS comme des démarches dont l'objectif est la reconstruction de savoirs conceptuels en SVT.

2. Ces mêmes enseignants ne considèrent pas nécessairement utiles les savoirs conceptuels préalables pour formuler un problème et/ou émettre des hypothèses.
3. La dimension sociale des DIS ne semble pas perçue par ces enseignants.

Dans la dernière partie de ce chapitre, nous cherchons à illustrer une partie des résultats obtenus avec le questionnaire et les entrevues, mais aussi à apporter des pistes de réflexion concernant notre objectif spécifique de recherche (c), « pourquoi ? ».

4. LES DONNEES ISSUES DES OBSERVATIONS

Un seul enseignant, l'enseignant 5, a déclaré lors de l'entrevue être volontaire pour être observé lors de séances de classe. Nous rappelons qu'il s'agit d'observations directes non participantes. Deux séances de classe sont observées (tableau 26) : une séance avec des élèves de 6^{ème} (élèves âgés de 11 ans) et une avec des élèves de 3^{ème} (élèves âgés de 15 ans). Le choix d'observer deux niveaux scolaires différents s'appuie sur le fait que deux enseignants ont déclaré lors de l'entrevue que la forme du processus d'investigation scientifique pouvait ne pas être identique suivant ce critère.

Tableau 26 : Description succincte des séances observées

	Cycle	Niveau scolaire	Nombre d'élèves	Durée	Thème enseigné
Séance 1	4	3 ^{ème}	20	55 minutes	Les enjeux de la lutte contre les microbes pathogènes
Séance 2	3	6 ^{ème}	27	55 minutes	Le rôle des levures dans la fabrication du pain

Derrière le terme « d'observation », nous mettons l'ensemble des données recueillies avec la préparation de cours fournie par l'enseignant, l'enregistrement vidéo et l'entrevue semi-dirigée *post* séance. C'est pourquoi, dans cette section, nous analysons et croisons les données provenant de trois types d'instrumentation : la préparation des séances réalisées par l'enseignant *a priori*, l'enregistrement vidéo des séances *in situ* et l'entretien *post* séances. Cette analyse est réalisée en utilisant une grille construite *a priori* à partir du cadre de référence (tableau 7).

Dans une première section, nous présentons l'analyse des données provenant de la phase préactive, c'est-à-dire issues des préparations de cours. Nous exposons ensuite l'analyse des données obtenues à partir des enregistrements vidéo, correspondant à la phase interactive. Enfin, avant de réaliser la synthèse des résultats issus des observations, nous explicitons l'analyse des données provenant des entrevues réalisées après les séances de classe observées. Il s'agit de la phase postactive.

Les analyses des deux premières phases sont présentées suivant les deux objectifs spécifiques : quoi ? et comment ? Les analyses de la dernière phase correspondent au troisième objectif spécifique : pourquoi ?

4.1 La phase préactive

D'une façon générale, nous utilisons la grille construite *a priori* (décrite dans la partie consacrée aux traitements des données issues des observations) pour décrire les préparations de cours. Ces préparations sont constituées de la fiche de progression de la séance, de la « fiche d'activités » sur laquelle s'appuie le travail des élèves et de documents « coup de pouce ». La description de ces éléments se réfère uniquement au discours écrit explicite de l'enseignant et aux les textes

inscrits dans les différents documents fournis aux élèves comme « la fiche d'activités ».

4.1.1 Les savoirs disciplinaires : quoi ?

Nous exposons ici les savoirs disciplinaires en jeu lors de la séance de 6^{ème} et de 3^{ème}, présents dans les préparations de séances fournies par l'enseignant (tableau 27).

Tableau 27 : Représentation synthétique des différents savoirs disciplinaires en jeu présents dans les préparations de séance

		Séance de 3 ^{ème}	Séance de 6 ^{ème}
Savoirs visés lors de DIS	Conceptuels	Non précisé	
	Habiletés	Intellectuelles	X
		Syntaxiques	X
		Techniques	
	Attitudes	Comportementales	X
		Intellectuelles	
	DIS		X
Savoirs mobilisés lors de DIS	Conceptuels	X	Non précisé

4.1.1.1 Le système immunitaire en classe de 3^{ème}

La progression de séance fournie par l'enseignant (annexe L) correspond au chapitre 3 (dans la progression de cours de l'enseignant) portant sur les enjeux de la lutte contre les microbes pathogènes, qui s'inscrit à la fois dans le parcours santé (éducation à la santé) et dans le parcours citoyen (éducation à la citoyenneté). La séance est prévue pour une durée de 1 h 30. Ce document précise certains éléments demandés par l'institution à travers les programmes scolaires. Il s'agit, tout d'abord, de l'attendu de fin de cycle « Relier la connaissance de ces processus biologiques aux enjeux liés aux comportements responsables individuels et collectifs en matière de santé », sur lequel l'enseignant a souligné certains termes se rapportant au

parcours citoyen. Les compétences et les connaissances associées concernant ce même parcours sont également inscrites : « argumenter l'intérêt des politiques de prévention et de lutte contre la contamination et/ou l'infection » et « mesures d'hygiène, vaccination, action des antiseptiques et des antibiotiques ».

À la fin de la progression de la séance, un bilan (noté en rouge) correspondant à la structuration des savoirs visés est rédigé :

Au niveau individuel, chacun peut veiller à prévenir les infections par la vaccination et soigner les infections bactériennes par des antibiotiques. A l'échelle de la population, la mise en place de politiques de santé publique permet de lutter contre la propagation des microbes pathogènes. (Extrait de la progression de la séance de 3^{ème})

Il est possible d'apercevoir une cohérence dans les savoirs qui semblent visés par l'enseignant dans cette séance. En effet, il s'agit de savoirs liés au parcours citoyen, donc à des attitudes et à des habiletés. L'enseignant ne semble pas souhaiter que ses élèves acquièrent des savoirs conceptuels lors de cette séance. Par ailleurs, les savoirs conceptuels que les élèves doivent mobiliser sont évoqués dans le document. Il s'agit de la notion de vaccin et d'antibiotiques.

De plus, l'enseignant précise, à travers la progression de séance, « les compétences » que ses élèves doivent acquérir. Ils doivent être capables :

1. d'écrire « correctement » un texte : J'explique à l'écrit et à l'oral l'intérêt des politiques de prévention grâce au vaccin ou au bon usage des antibiotiques ;
2. de lire des textes, des graphiques, des expériences ;
3. d'analyser des résultats : expériences sur le vaccin ;
4. de comprendre les responsabilités individuelles et collectives en matière de santé.

Ces « compétences » sont des habiletés intellectuelles et syntaxiques ainsi que des attitudes comportementales (citoyennes).

Concernant les DIS, bien qu'une question soit notée (« Pourquoi fait-on des campagnes de prévention pour la vaccination et aussi pour réduire l'usage des antibiotiques ? ») et que le terme « d'hypothèse » soit évoqué, il est difficile à travers cette préparation de savoir si les élèves mettent en œuvre ou non des démarches d'investigation scientifique.

Par ailleurs, l'enseignant nous a également donné trois autres documents qu'il a construits pour sa séance. Il s'agit des deux fiches « d'activités » contenant les éléments que les élèves doivent analyser (annexe M) et la feuille coup de pouce (annexe N) préparée pour les élèves qui auraient besoin d'aide. Les fiches contiennent un petit texte de mise en situation, les consignes encadrées et quatre documents de formes différentes (graphiques, schémas, textes). Des savoirs portant notamment sur l'action des antibiotiques ou sur le fonctionnement d'un vaccin sont présents dans ces documents. De nouveaux savoirs conceptuels sont donc notés dans ces fiches « d'activités ». Cependant, ces savoirs n'apparaissent pas dans le bilan correspondant à la structuration des connaissances. La feuille coup de pouce correspond à un ensemble de petites questions pour chacun des documents que les élèves peuvent utiliser en cas de besoin. Ce document correspond à des aides méthodologiques concernant la lecture et la compréhension des graphiques et schémas présents dans les fiches « d'activités ».

4.1.1.2 Le rôle des levures en classe de 6^{ème}

L'enseignant nous a transmis deux documents : la progression de la séance et la fiche « d'activités » que les élèves devront compléter.

La progression de la séance de 6^{ème} (annexe N) fournie par l'enseignant montre que la séance observée s'inscrit au sein du chapitre 3 (de la progression de cours de l'enseignant) : « la fabrication du pain ». Plus précisément, cette séance concerne le rôle des levures dans la fabrication du pain et fait suite à une observation microscopique des levures et à la réalisation d'un dessin d'observation de ces dernières.

Ce document laisse apparaître pour la séance concernée une suite « d'étapes » (six étapes) à suivre :

1. Constat : Le boulanger met de la farine, de l'eau, du sel et de la levure de boulanger dans la pâte du pain.
 2. A quoi servent les levures lors de la fabrication du pain ?
 3. Hypothèse : elles font gonfler la pâte du pain.
 4. Proposez une stratégie pour vérifier cette hypothèse.
- Texte ou schéma de l'expérience
 Si notre hypothèse est vraie, nous devrions observer ...
 Validation de la stratégie par le professeur (étape 4). Puis réalisation de l'expérience.
5. Résultats : J'écris ce que je VOIS, ce qui a changé entre le début et la fin de l'expérience ou j'indique qu'il n'y a pas de changement.
 6. Conclusion : Je réponds à la question posée au départ. J'écris si l'hypothèse est vraie ou non.
- (Extrait de la préparation de la séance des 6^{èmes})

Nous retrouvons ces six étapes dans une fiche « d'activités » qui sera distribuée aux élèves et à compléter par eux pendant la séance. L'enseignant semble vouloir que ses élèves mettent en œuvre une démarche hypothético-déductive de type expérimental constituée de six « étapes » : 1) un constat, 2) une question, 3) une hypothèse, 4) conception et réalisation d'une expérience, 5) analyse des résultats et 6) conclusion. Parmi ces six étapes, une question est inscrite, « à quoi servent les levures lors de la fabrication du pain ? » et « une hypothèse » est déjà présente, « elles font gonfler la pâte du pain ». La question semble provenir d'un constat réalisé en amont sur les différents ingrédients nécessaires à la fabrication du pain. Sur ce même document, l'enseignant cite un exemple de réponse attendu de

la part des élèves à l'étape 4 qu'il a trouvé sur le site internet Eduscol : « Pour montrer le rôle de la levure, je réalise deux pâtes à pain, une avec levures et une sans levure. Si les levures sont bien responsables du gonflement de la pâte, alors la pâte sans levure ne devrait pas gonfler ». Il donne également un exemple « d'outil d'évaluation du degré de maîtrise de la compétence concevoir une stratégie de résolution par les élèves » sur lequel apparaissent différents critères qui permettent de donner un niveau de maîtrise correspondant à A, B, C ou D (D étant le moins bon niveau de maîtrise de la compétence évaluée).

Par ailleurs, l'enseignant a noté « les compétences » qu'il souhaite que ses élèves acquièrent pendant la séance :

-Réaliser une démarche scientifique (protocole, manipulation, résultats, conclusion)
 -Organiser son travail
 -Coopérer
 (Extrait de la préparation de la séance des 6^{èmes})

Il s'agit ici de DIS, d'habilité intellectuelle et d'attitudes comportementales.

À la suite de « l'activité » réalisée en six étapes par ses élèves, l'enseignant semble avoir prévu de leur donner un document issu d'un manuel scolaire permettant d'expliquer comment les levures font gonfler la pâte à pain.

Cette partie du cours paraît se terminer par une structuration écrite des savoirs conceptuels étudiés sous la forme d'un bilan et d'une définition :

L'Homme utilise des micro-organismes vivants = les levures, pour faire la fermentation. On appelle cela une transformation biologique (= faite par un être vivant).

Les levures fabriquent du dioxyde de carbone lorsqu'on laisse la pâte reposer. Ce gaz fait gonfler la pâte, qui est élastique. Après la cuisson, les bulles de gaz deviennent les trous de la mie.

Définition d'une fermentation : transformation d'une substance (ex : la farine) sous l'action d'êtres vivants microscopiques (ex : les levures).

(Extrait de la préparation de la séance des 6^{èmes})

Les savoirs conceptuels inscrits dans ce bilan ne peuvent pas être construits à partir de la démarche explicitée précédemment. Ces savoirs sont issus d'un travail avec le manuel scolaire qui semble faire suite à la démarche expérimentale. Par ailleurs, les savoirs qui pourraient être mobilisés par les élèves ne sont pas précisés.

Pour terminer, un exercice portant sur « l'activité » réalisée par les élèves et plus particulièrement sur la conception d'une expérience, est également proposé aux élèves. La composante des DIS portant sur l'expérimentation semble occuper une place importante pour cet enseignant.

4.1.2 Les dispositifs : comment ?

Dans cette section, nous présentons les dispositifs déclarés (dans les préparations de séance) être mis en place par l'enseignant et/ou utilisés par les élèves lors des séances de 6^{ème} et de 3^{ème} (tableau 28).

Tableau 28 : Représentation synthétique des différents dispositifs présents dans les préparations de séance

		Séance de 3 ^{ème}	Séance de 6 ^{ème}
Dispositifs instrumentaux	Pédagogiques	Copies doubles	Non précisé
	Didactiques	Fiches d'activités Coup de pouce Vidéos	Manuel scolaire Fiche d'activités
Dispositifs procéduraux	Organisationnels	Travail individuel et mises en commun orales en binômes Travail en classe entière	Travail par groupe de deux élèves
	Niveau de mise en œuvre des DIS	Non précisé	

Lors de la séance de classe avec les élèves de 3^{ème}, l'enseignant note dans sa progression de séance qu'il demande à ses élèves d'utiliser des copies doubles (dispositif instrumental pédagogique) pour réaliser « l'activité ». Il précise, également, qu'il distribue des fiches « d'activités », que ses élèves ont accès à des aides sous forme de coups de pouce et qu'il met en place des vidéos permettant le visionnage de spots publicitaires (dispositifs instrumentaux didactiques). L'enseignant, à travers la progression de séance, évoque l'organisation de travail de ses élèves (individuel, en binômes et en groupe classe). Le niveau de mises en œuvre des DIS n'est pas précisé.

Concernant maintenant la séance de classe avec des élèves de 6^{ème}, l'enseignant note que ces derniers utilisent une fiche « d'activités » pour la démarche expérimentale et le manuel scolaire ensuite (dispositifs instrumentaux didactiques). Pendant l'étape 4 de la démarche expérimentale, l'enseignant souhaite que ses élèves travaillent en binômes (dispositif procédural organisationnel). Aucun dispositif pédagogique n'est précisé. De plus, comme pour la séance de 3^{ème}, le

niveau de mise en œuvre de la démarche n'est pas évoqué explicitement. Cependant, les différentes étapes très structurées, ainsi que la démarche expérimentale imposée semblent réduire le degré de liberté des élèves. Dans le même sens, dans la progression de séance, l'enseignant ajoute un élément qui renforce le guidage de l'enseignant.



Validation de la stratégie par le professeur (étape 4). Puis réalisation de l'expérience.

(Extrait de la préparation de séance de 6^{ème})

Pour conclure la phase préactive, remarquons que l'enseignant n'évoque pas de savoir conceptuel visé lors de DIS dans ses préparations de cours, ni en 3^{ème} et ni en 6^{ème}. En 3^{ème}, les savoirs visés sont des habiletés et des attitudes essentiellement liées au parcours citoyen. Les savoirs conceptuels présents dans les documents des fiches « d'activités » ne semblent pas visés par l'enseignant (absents du bilan). En 6^{ème}, il semble que l'enseignant souhaite que ses élèves acquièrent de nouveaux savoirs conceptuels mais pas pendant la DIS. Ces savoirs paraissent visés avant et après la démarche. Là encore, ce sont des habiletés, des attitudes et la démarche elle-même qui constituent les savoirs visés pendant la DIS. Cet enseignant distingue-t-il dans sa pratique, l'enseignement des DIS et l'enseignement des savoirs conceptuels ? Concernant plus particulièrement les DIS, l'enseignant donne peu d'informations pour la séance de 3^{ème}, seuls une question et le terme d'hypothèse apparaissent dans la progression de séance. À l'inverse, dans la progression de séance de 6^{ème}, une démarche hypothético-déductive de nature expérimentale constituée de six étapes est détaillée. Cela signifie-t-il que l'enseignant guide davantage ses élèves de 6^{ème} ? Par ailleurs, peu d'éléments sont fournis par l'enseignant sur les différents dispositifs mis en place. Les séances semblent, essentiellement, s'appuyer sur des fiches « d'activités » construites par l'enseignant et les élèves travaillent soit seuls, soit en binômes, soit en groupe classe.

Que nous apprennent maintenant les enregistrements vidéo ?

4.2 La phase interactive

Il s'agit ici d'analyser les enregistrements vidéo des deux séances de classe. Nous commençons par présenter le déroulement chronologique des séances puis dans une deuxième et troisième section, nous explicitons les savoirs disciplinaires en jeu (quoi ?), ainsi que les dispositifs mis en place par l'enseignant (comment ?).

Nous précisons que ces analyses s'appuient sur la grille construite *a priori* (explicitée dans la partie réservée à la méthode de recherche) et sur les discours explicites de l'enseignant et des élèves lors des interactions en groupe classe.

4.2.1 Le déroulement des séances de classe

Nous décrivons sur un axe temporel les deux séances observées. Nous exposons la séance de classe de 3^{ème}, puis la séance de classe de 6^{ème}.

4.2.1.1 Le système immunitaire en classe de 3^{ème}

La séance observée est une séance d'une heure réalisée avec 20 élèves de 3^{ème}. Elle correspond à la séance présentée dans le document explicité ci-dessus. Il s'agit du dernier chapitre d'immunologie (suivant la progression de cours de l'enseignant) qui porte plus particulièrement sur la vaccination et les antibiotiques. L'enseignant rappelle que les différentes connaissances liées à ce thème ont été vues précédemment en classe. Citons, par exemple, les concepts de bactérie, de virus, d'antigène ou d'anticorps.

Les élèves sont disposés par 2 ou par 4 devant des paillasses, face au bureau de l'enseignant. Durant cette séance, l'enseignant utilise le vidéoprojecteur comme tableau pour les traces écrites que les élèves doivent noter sur leur cahier, et le discours comme moyen d'interaction avec ces derniers.

La séance peut être découpée en dix phases plus ou moins longues organisées de façon chronologique (figure 53). Chaque changement de phase est identifiable par une rupture dans la séance, explicitée dans le discours de l'enseignant. À titre d'exemple, voici le discours de l'enseignant lors des trois premières ruptures :

Trois premières phases de la séance	Extrait du <i>verbatim</i>
Mise en place	« Allez, on s'installe »
Réactivation des savoirs étudiés durant le cours précédent	« Qu'est-ce qu'on a découvert la dernière fois ? De quoi a-t-on parlé ? »
Vidéos publicitaires	« On va commencer ce cours en regardant des pubs qui passent à la télé. »

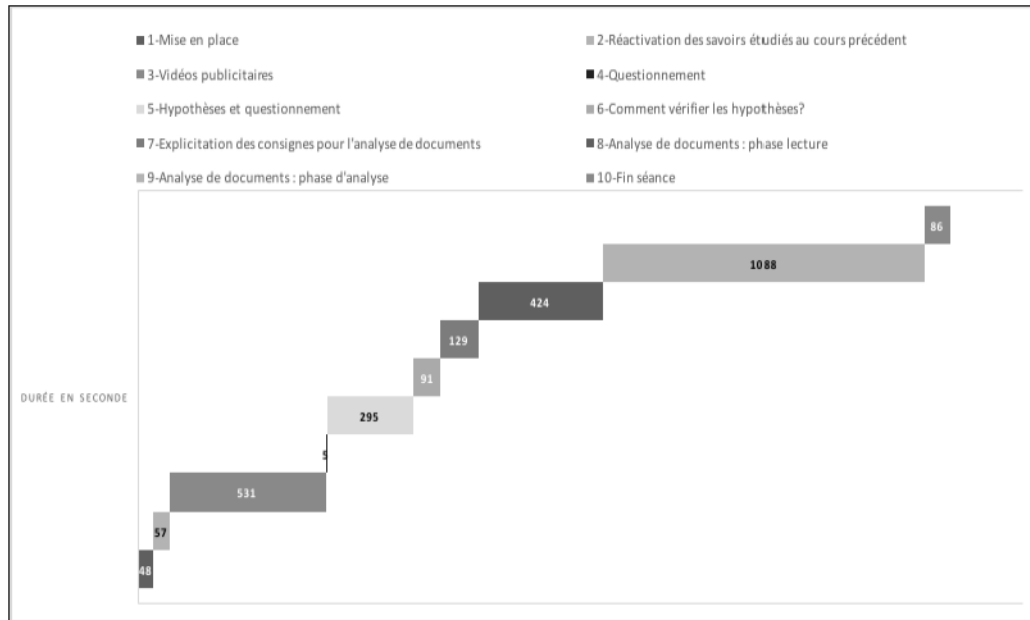


Figure 53 : Représentation graphique des différentes phases composant la séance observée (les chiffres inscrits au niveau de chaque phase représentent leur durée en secondes)

Les élèves entrent en classe, s'installent et l'enseignant leur demande de prendre une nouvelle feuille double de classeur. Il poursuit par une phase de moins d'une minute de réactivation à l'oral en groupe classe des savoirs conceptuels préalablement vus en classe lors de séances précédentes : « De quoi a-t-on parlé au cours précédent ? ». Les savoirs réactivés sont des savoirs conceptuels comme « virus » ou « bactéries pathogènes ».

Ensuite, l'enseignant montre deux courtes vidéos correspondant à des spots de prévention sur la vaccination et les antibiotiques réalisées par la Sécurité sociale. Il demande alors à ses élèves d'explicitier à l'oral (en groupe classe) ce qu'ils ont compris des vidéos (d'une durée de 8 minutes 51 secondes) :

P : On va commencer ce cours en regardant des pubs qui passent à la télé. Vous allez observer et vous allez me dire après ce que vous en pensez. Alors qu'est-ce que vous avez retenu de ces pubs ?

E1 : Il faut se faire vacciner.

E2 : Il faut se faire vacciner contre la grippe

E3 : Si on ne se fait pas vacciner, on peut aller à l'hôpital.

E4 : Si les antibiotiques sont mal pris, ils peuvent être moins efficaces.

E5 : Il faut prendre des antibiotiques que quand on en a besoin.

(Extrait du *verbatim* de la séance de 3^{ème})

Les élèves notent rapidement sur leur cahier le titre du chapitre inscrit au tableau.

L'enseignant continue en formulant une question à l'oral : « Donc là, il y a une question qu'on peut se poser, c'est pourquoi ils font ces spots de pub ? ». Il demande ensuite à ses élèves de proposer des hypothèses au « problème » et d'exprimer leurs idées sur les moyens de les valider.

P : On va valider on va vérifier si ça tient la route ou pas, si ça peut être possible ou pas. Vous avez peut-être déjà des idées ? On va faire comment ?

E : On pourrait regarder des graphiques ;

E : Un livre, sur Internet.

(Extrait du *verbatim* de la séance de 3^{ème})

Puis, l'ensemble des élèves écrivent sur leur cahier « le problème » proposé par leur enseignant et les hypothèses émises par eux (figure 54).

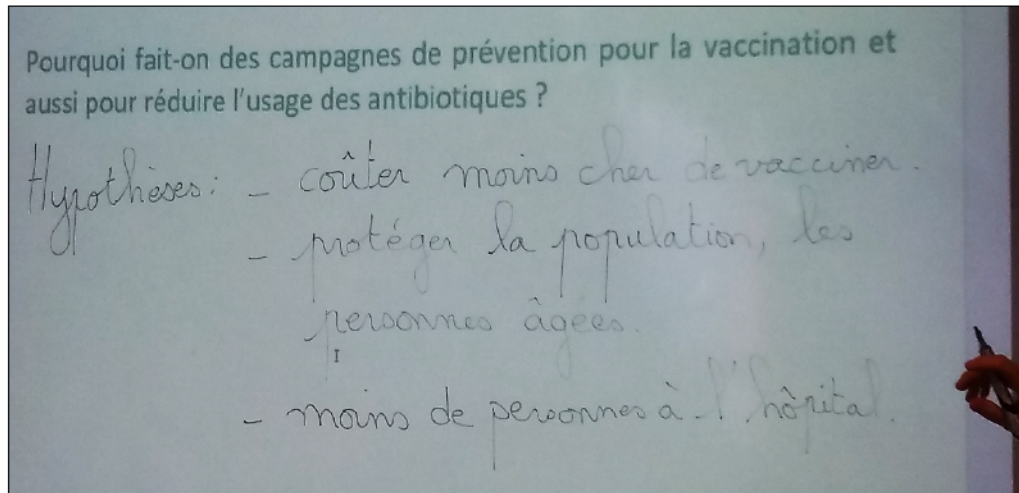


Figure 54 : Photographie du tableau

Ensuite, l'enseignant explique à ses élèves qu'ils vont devoir réaliser « une activité » soit sur la vaccination soit sur les antibiotiques, à partir d'un ensemble de documents à analyser. Il énonce que ce travail doit se faire de façon individuelle et que leur production sera sous forme d'un texte rédigé sur une feuille de classeur. Il ajoute par ailleurs : « Vous avez sur toutes les feuilles une petite introduction, une situation. Après, vous avez une question qui est encadrée et après, vous avez différents documents recto verso. Vous allez devoir répondre à la question en lisant les documents. »

A l'aide des documents fournis, vous expliquerez à Pierre et Jean pourquoi ils n'ont pas le même traitement. Vous expliquerez également pour quelles raisons Pierre doit respecter la durée du traitement antibiotique. Pour cela, vous rédigerez un texte explicatif.

(Extrait du document fourni aux élèves de 3^{ème})

Un premier temps de lecture des documents est laissé aux élèves qui interpellent l'enseignant au besoin. Les difficultés des élèves semblent porter sur des questions méthodologiques, notamment concernant la lecture d'un graphique. Après cette lecture, l'enseignant autorise les élèves qui le souhaitent à prendre un document coup de pouce qui détaille le travail demandé sous forme de petites questions. L'enseignant explique aux élèves comment se servir de cette aide. Les deux tiers de la classe se lèvent pour récupérer ce document.

Doc 2 :

1. Quel est l'objectif de mettre des antibiotiques avec des virus ?
2. Les résultats sont-ils identiques ou différents ?
3. Quel lien fait-on entre les antibiotiques et les résultats ?

(Extrait du document coup de pouce)

Un deuxième temps consacré à l'analyse des documents est proposé aux élèves. Ces derniers doivent, à partir de la compréhension et de l'interprétation des différents documents qui sont à leur disposition, identifier des savoirs conceptuels portant sur l'action des antibiotiques ou sur le fonctionnement d'un vaccin. L'enseignant circule dans la classe pour répondre aux questions de ses élèves.

La séance se termine par l'explication de l'enseignant à l'ensemble de la classe de la suite de la séance. Il indique aux élèves qu'ils termineront leur écrit la semaine suivante et qu'une mise en commun en groupe classe sera effectuée.

4.2.1.2 Le rôle des levures en classe de 6^{ème}

La séance observée est une séance d'une heure réalisée avec 27 élèves de 6^{ème}. Elle correspond à la séance présentée dans le document explicité précédemment.

Les élèves sont disposés par 2 ou par 4 devant des paillasses, face au bureau de l'enseignant. Durant cette séance, l'enseignant utilise le vidéo projecteur comme tableau pour les traces écrites que les élèves doivent noter sur leur cahier ou pour montrer des photographies, et le discours comme moyen d'interaction avec ces derniers.

La séance peut être découpée en dix phases plus ou moins longues organisées de façon chronologique (figure 55). Comme pour la séance précédente, chaque changement de phase est identifiable par une rupture dans la séance, explicitée dans le discours de l'enseignant. À titre d'exemple, voici le discours de l'enseignant lors des trois premières ruptures :

Trois premières phases de la séance	Extrait du <i>verbatim</i>
Réactivation	« Alors qu'est-ce qu'on a fait la semaine dernière ? ou lundi ? »
Calcul du grossissement	« Il nous reste une dernière chose pour que ce dessin soit complet. [...] Tout en bas, il y a quelque chose de très important à mettre. C'est de savoir de combien le microscope a grossi ce qu'on a vu. »
Présence d'un noyau dans les levures	« Donc le dessin est complet. Je vais maintenant vous remonter une image des levures vues au microscope. »

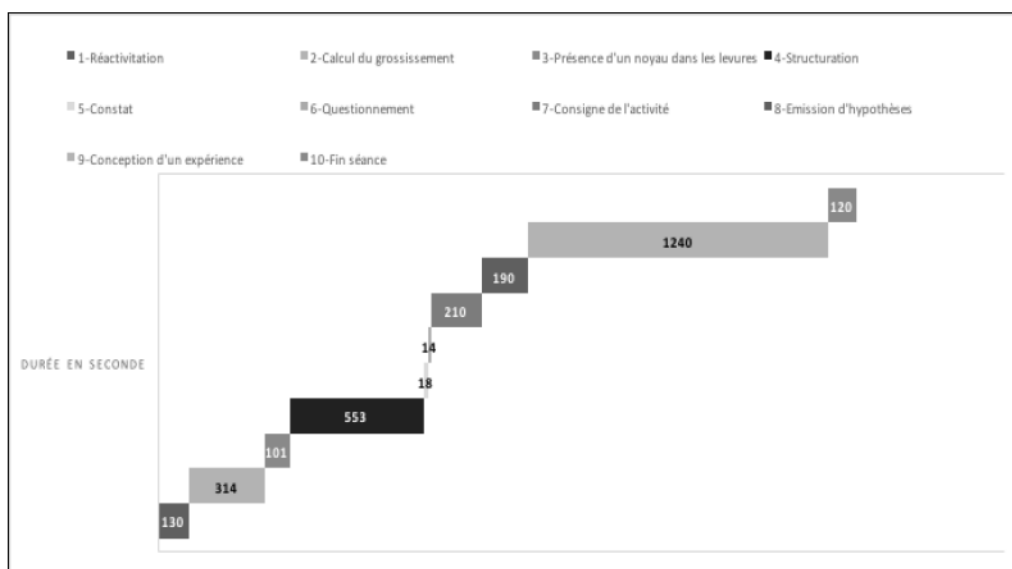


Figure 55 : Représentation graphique des différentes phases composant la séance observée (les chiffres inscrits au niveau de chaque phase représentent leur durée en secondes)

Lors de la première phase, le concept de cellule est réactivé. Les différents constituants d'une cellule, ainsi que leur localisation, sont évoqués à l'oral en groupe classe à l'aide des questions formulées par l'enseignant. Il s'agissait de retrouver les termes de « cytoplasme » et de « membrane ». L'enseignant énumère également les éléments qui forment un dessin d'observation, comme le titre et la légende. Il termine cette phase en constatant qu'il manque un élément : le grossissement du microscope que les élèves ont utilisé pour observer les levures.

La deuxième phase de la séance porte sur le calcul du grossissement. Elle se déroule comme la précédente, à l'oral en groupe classe. L'enseignant pose des questions et les élèves répondent. Cependant, les élèves disposent d'une fiche méthode placée dans leur classeur de sciences de la vie et de la Terre (et vidéo projetée par l'enseignant) où apparaît la formule de calcul (figure 56) et d'un microscope positionné sur leur table. L'enseignant les fait manipuler l'oculaire et les objectifs pour trouver les différents grossissements de chaque loupe.

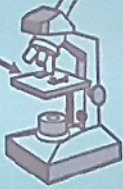
<p>Les flèches touchent l'objet à montrer.</p> <p>Les flèches, tracées à la règle, sont horizontales et ne se croisent pas.</p>		<p>.....</p>
<p>Nom : Prénom : Classe :</p>		<p>Grossissement du microscope : X</p>
<p>Grossissement du microscope = grossissement de l'objectif X grossissement de l'oculaire</p>		
<p>Exemple : Je lis X 10 sur l'objectif et X 4 sur l'oculaire, Alors le grossissement du microscope est : $10 \times 4 = 40$ L'objet que je vois au microscope est 40 fois plus gros que dans la réalité.</p>		

Figure 56 : Photographie du tableau

Une fois le calcul réalisé, les élèves notent le résultat à l'endroit indiqué sur leur dessin d'observation.

Ensuite l'enseignant, à l'aide de photographies de levures prises aux microscopes et vidéoprojetées, réactive une nouvelle fois le concept de cellule et introduit un nouveau composant cellulaire : le noyau. Cette troisième phase s'effectue à l'oral en groupe classe avec la venue d'un élève au tableau pour entourer les différents noyaux présents sur la photographie (figure 57).

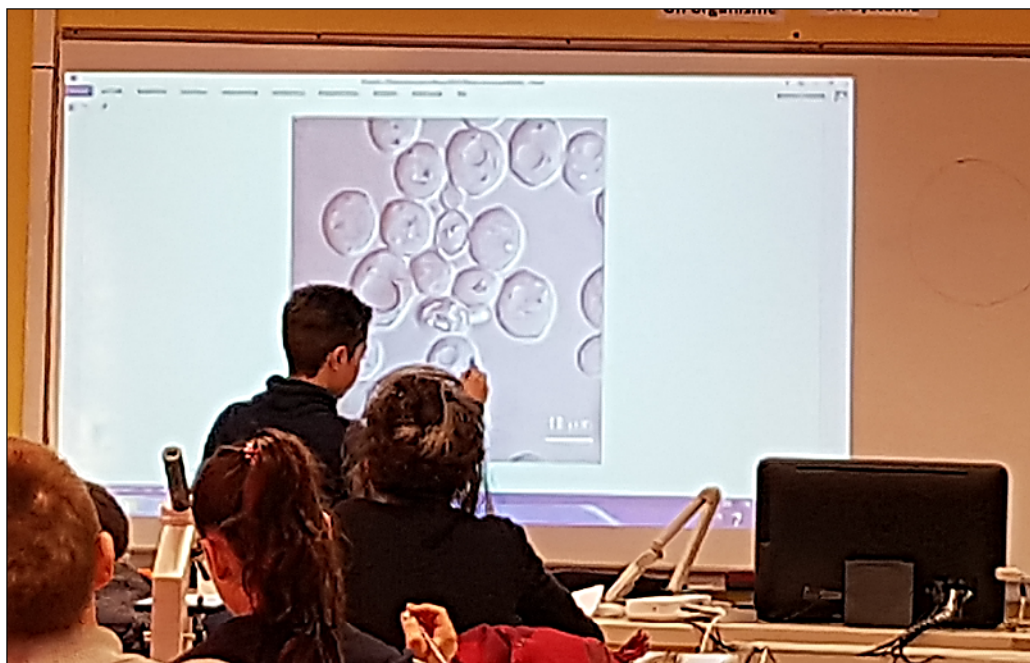


Figure 57 : Photographie du tableau

La quatrième phase de la séance est la structuration des savoirs conceptuels étudiés au sein de la partie portant sur l'observation microscopique des levures. L'enseignant distribue un petit texte à trous que ses élèves doivent coller dans leur classeur et compléter avec le vocabulaire proposé par l'enseignant. Après quelques minutes de travail individuel, l'enseignant effectue une correction à l'oral en groupe classe en s'aidant du tableau (figure 58). Parmi les termes à replacer, nous pouvons citer ceux de membrane, cytoplasme et noyau vus lors des séances précédentes et réactivés durant cette séance, ainsi qu'un terme introduit par l'enseignant : unicellulaire.

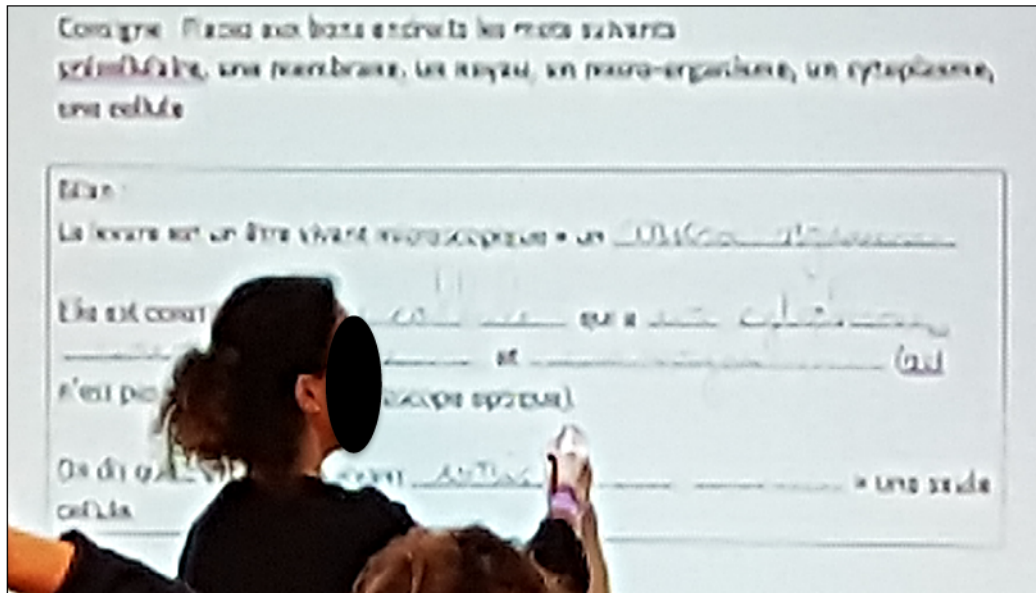


Figure 58 : Photographie du tableau lors du temps de structuration

Ces quatre premières phases de la séance observée correspondent à la fin de la partie portant sur l'observation microscopique des levures. Les six phases suivantes s'inscrivent dans la partie : le rôle des levures dans la fabrication du pain.

L'enseignant nomme la cinquième phase « le constat ». Il resitue la séance au sein de la séquence qui porte sur la fabrication du pain et demande à ses élèves de se rappeler les différents ingrédients qui sont nécessaires à la fabrication du pain. Cette phase, comme les précédentes, se réalise à l'oral en groupe classe.

À la suite de ce constat, l'enseignant annonce : « Alors, on va s'intéresser à pourquoi le boulanger il va mettre de la levure dans le pain ».

Dans une septième phase (figure 59), l'enseignant explique la suite de la séance, fait copier le titre de la nouvelle partie à ses élèves, distribue la fiche d'activité et donne des consignes. Il lit à voix haute le début de la fiche d'activité : « Donc, je lis juste avec vous le début. Le boulanger met de la farine, du sel, de la levure et de l'eau dans la pâte du pain. Ça vous me l'aviez tous noté dans votre compte rendu. Alors voilà une question : à quoi servent les levures lors de la fabrication du pain ? » (Extrait du *verbatim* de l'enregistrement vidéo de la séance de 6^{ème}).

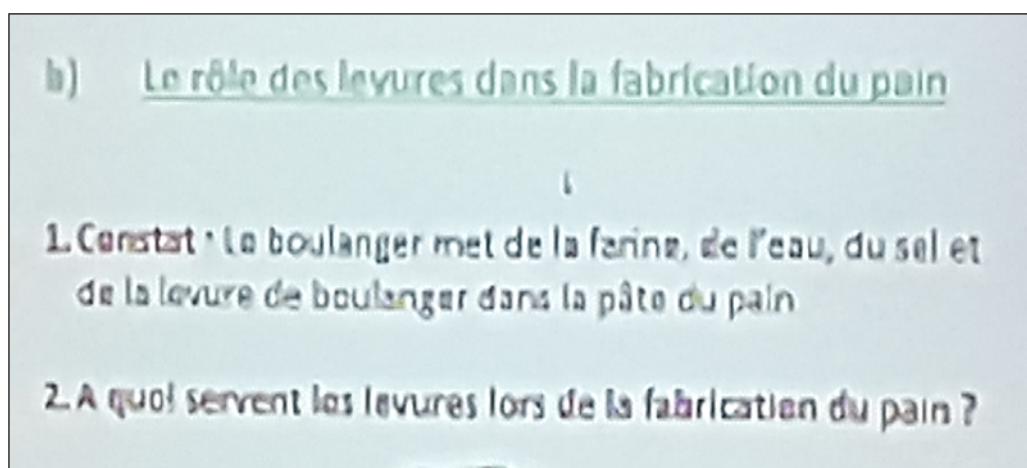


Figure 59 : Photographie correspondant au début de la fiche d'activité distribuée aux élèves

La huitième phase correspond au point 3 de la « fiche d'activité » : la proposition d'hypothèses par les élèves pour répondre à la question posée. Les élèves travaillent dans un premier temps de façon individuelle en notant leurs hypothèses sur la fiche, puis ils échangent avec leur voisin. 24 élèves écrivent que les levures servent à faire gonfler la pâte du pain (« lever », « grossir », « monter », etc.) et 3 élèves n'ont rien inscrit.

Ensuite, l'enseignant demande à ses élèves : « Qu'est-ce qu'on doit faire après avoir émis des hypothèses ? ». Un élève répond qu'il faut vérifier si

l'hypothèse est bonne ou pas. L'enseignant donne les consignes à respecter pour remplir la suite de la fiche d'activité :

« Eh bien là, je vais vous laisser imaginer. Qu'est-ce qu'on peut faire pour vérifier que votre hypothèse est bonne ou pas ? Vous allez travailler à deux et vous allez devoir faire soit un texte soit un schéma sur ce qu'on pourrait faire pour vérifier si votre hypothèse est bonne ou pas. On m'écoute jusqu'au bout pour les consignes. Ce travail va être fait au crayon gris. Vous avez tout cet espace blanc là pour imaginer ce qu'on pourrait faire et là je vous laisse réfléchir. Allez, c'est parti, c'est à deux. (1 min pour les consignes) ».

(Extrait du *verbatim* de l'enregistrement vidéo de la séance de 6^{ème})

L'enseignant demande à ses élèves d'imaginer comment vérifier leur hypothèse. Cependant, le choix se réduit à l'expérimentation puisque la fiche précise « Texte ou schéma de l'expérience ». Cette phase est la plus longue, avec une durée supérieure à 20 minutes. L'enseignant effectue de nombreuses interventions orales pour rappeler les consignes, pour insister sur l'importance de l'expérience témoin, ou encore, pour préciser aux élèves de faire la liste du matériel nécessaire à la réalisation de leur expérience. Durant cette phase, l'enseignant souhaite faire mobiliser des éléments de démarches d'investigation (la connaissance des six étapes, l'importance d'une expérience témoin) étudiés dans une séance précédente.

P : Pourquoi vous voulez faire deux manipulations ?

E : Pour voir si elle a besoin vraiment d'une levure ou pas.

P : Oui, est-ce que tu peux expliquer un petit peu plus ?

E : On a supposé que la levure de boulanger ça fait gonfler et donc, on va voir si avec la levure de boulanger ça gonfle ou pas.

P : L'élément qui change entre tes deux expériences, c'est ?

E : La levure de boulanger.

P : Il y en a dans un et pas dans l'autre. Ça ne vous rappelle rien ça ? Une expérience avec, une expérience sans. Ça vous fait penser à quoi ?

E : Aux plantes.

P : Aux plantes, quand on a fait des expériences avec les plantes. Ça servait à quoi de faire deux expériences avec les plantes ?

E : À comparer.

(Extrait du *verbatim* de l'enregistrement vidéo de la séance de 6^{ème})

L'enseignant clôt la séance en déclarant qu'il apportera le matériel nécessaire à la réalisation des expériences lors de la prochaine séance.

Les sections qui suivent présentent spécifiquement les analyses concernant les savoirs disciplinaires en jeu au sein des deux séances et les dispositifs mis en place par l'enseignant. De façon à comparer les phases préactive et interactive, nous croisons parfois les données issues des préparations de séance et les données provenant des enregistrements vidéo.

4.2.2 Les savoirs disciplinaires : quoi ?

Nous nous intéressons ici à l'ensemble des savoirs disciplinaires qu'il soit mobilisé ou visé, c'est-à-dire aux savoirs conceptuels, aux habiletés, aux attitudes, ainsi qu'aux DIS.

4.2.2.1 En classe de 3^{ème}

La séance observée, comme le laissait prévoir la préparation de l'enseignant portant sur la classe de 3^{ème}, ne comporte pas de problème construit par les élèves. Un questionnement est apporté par l'enseignant. En outre, ce questionnement n'étant pas un problème scientifique, il n'engendre pas de la part des élèves des propositions d'hypothèses scientifiques. Par ailleurs, nous remarquons que les fiches d'activité distribuées aux élèves contiennent, en plus des documents, une consigne constituée d'un autre questionnement. Les élèves ne semblent donc pas chercher à résoudre un problème et/ou à valider des hypothèses, mais davantage à répondre à une consigne.

Des savoirs conceptuels étudiés lors de séances précédentes sont réactivés à l'oral en groupe classe. Il s'agit de « virus » et « bactéries » (comme noté dans la progression de séance). Ces savoirs sont également mobilisés par les élèves lors de la discussion en groupe classe au sujet des vidéos et lors de la lecture et de l'analyse des documents. Cependant, nous remarquons que seuls les termes (les signifiants) sont évoqués, parfois associés à un exemple (le virus du SIDA). Aucune définition de ces deux microorganismes n'est énoncée.

Les savoirs visés pendant cette séance sont des attitudes et des habiletés. En effet, les attitudes liées au parcours citoyen notées dans la préparation de l'enseignant sont présentes dans les vidéos de prévention et évoquées à l'oral par les élèves lors de la phase de formulation des hypothèses. Par ailleurs, comme explicité précédemment, à la fin de la préparation de la séance, un bilan correspondant à la structuration des savoirs (ici des attitudes) visés devait être rédigé. Cependant, ce bilan n'apparaît pas dans l'enregistrement vidéo puisque la partie consacrée à la structuration des savoirs sera mise en œuvre lors de la séance de classe suivante. Des habiletés, portant notamment sur la lecture et l'écriture, formulées sous le terme de compétences dans la préparation de l'enseignant sont également visées et à ce titre sont travaillées par les élèves durant la séance observée.

Des savoirs conceptuels nouveaux non visés portant sur l'action des antibiotiques et sur le fonctionnement des vaccins sont également présents. En effet, les élèves doivent déduire ces savoirs de l'analyse des documents, mais ils sont absents du bilan exposé par l'enseignant dans sa préparation de séance.

La figure 60 résume, sous la forme d'un schéma, les différents savoirs disciplinaires en jeu pendant la séance observée.

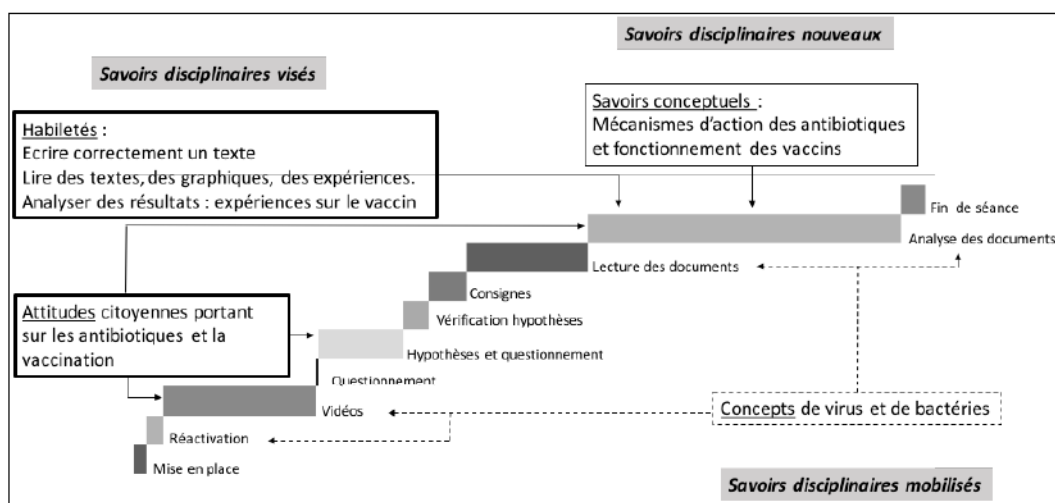


Figure 60 : Schéma représentant l'articulation des savoirs disciplinaires de la séance de classe de 3^{ème}

4.2.2.2 En classe de 6^{ème}

La séance peut être découpée en deux parties : une partie réactivation de savoirs préalablement acquis et apport de nouveaux savoirs et une partie consacrée aux DIS (figure 61).

Lors de la première partie, l'enseignant souhaite que ses élèves acquièrent des habiletés concernant le calcul du grossissement du microscope et des savoirs conceptuels portant sur le concept de cellule. Pour ces derniers, les élèves doivent savoir qu'un noyau est présent au sein des cellules et qu'il existe des êtres vivants unicellulaires et pluricellulaires. L'ensemble de ces savoirs (habiletés et conceptuels) est donné par l'enseignant sous forme de cours dialogué (échanges entre l'enseignant et ses élèves à l'oral en groupe classe). L'enseignant souhaite également que ses élèves mobilisent des savoirs en lien avec le concept de cellule (cytoplasme et membrane) et de microorganisme (levure, microbe).

La deuxième partie concerne la mise en œuvre de DIS par les élèves. Ceux-ci doivent compléter une fiche « d'activités » construite par l'enseignant. Cette fiche contient des questions qui donnent les différentes composantes des DIS. Par ailleurs, comme pour la séance de classe de 3^{ème}, l'enseignant énonce un « problème » aux élèves (« le problème » est noté sur la fiche d'activité distribuée aux élèves) : « à quoi servent les levures lors de la fabrication du pain ? » (extrait du *verbatim* de l'enregistrement vidéo de la séance de 3^{ème}). Il n'est pas construit par ces derniers. Ensuite, les élèves, en suivant les énoncés de la fiche « d'activités », émettent « une hypothèse » et proposent un protocole pour les vérifier. La séance observée s'arrête au niveau de cette composante des DIS. Cependant, comme inscrit dans la préparation de cours, les élèves vont, dans une séance ultérieure, réaliser une expérience et en interpréter les résultats. L'enseignant ne souhaite pas que ses élèves acquièrent ou mobilisent des savoirs conceptuels pendant cette deuxième partie de la séance. Par contre, ses élèves mobilisent des habiletés en lien avec les DIS (formulation d'hypothèses et constitution d'un protocole) et des attitudes en lien avec le travail en groupes (coopérer). Les savoirs disciplinaires clairement visés ici sont les mêmes habiletés que celles qui sont mobilisées, essentiellement liées aux DIS.

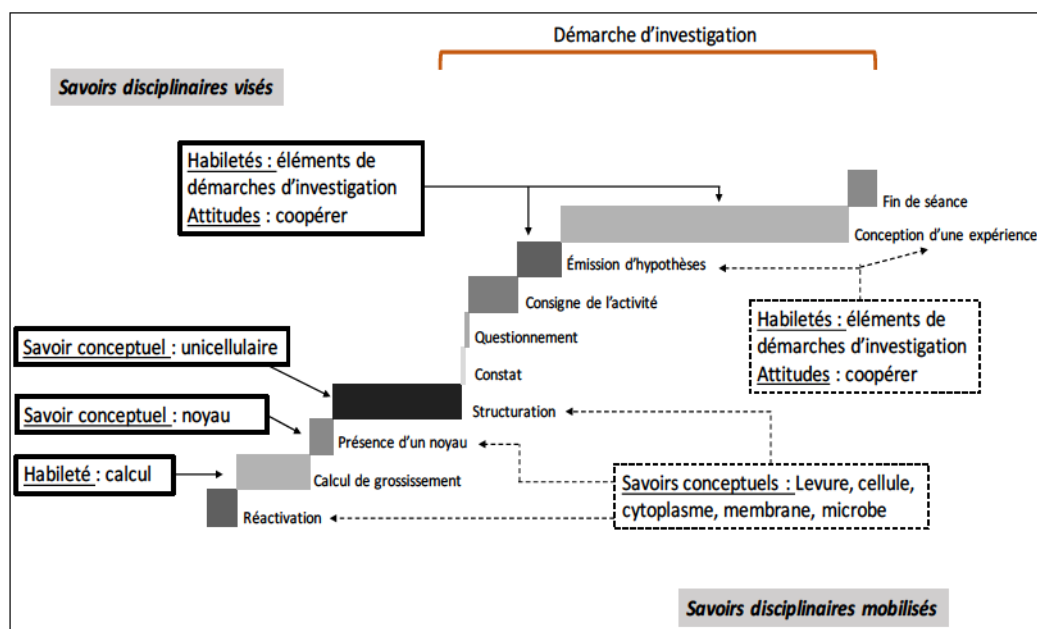


Figure 61 : Schéma représentant l'articulation des savoirs disciplinaires de la séance de classe de 6^{ème}

Finalement, le déroulement des séances de 3^{ème} et de 6^{ème} est fidèle aux préparations de cours fournies par l'enseignant. Durant les deux séances de classes observées, aucun savoir conceptuel n'est visé lors de DIS. L'enseignant souhaite que ses élèves acquièrent des habiletés et des attitudes. Les nouveaux savoirs conceptuels de la séance de classe de 3^{ème} ne sont pas au cœur de la séance, ils semblent être accessoires. Les nouveaux savoirs conceptuels de la séance de classe de 6^{ème} sont détachés des DIS. Concernant les savoirs disciplinaires mobilisés par les élèves, ce sont des savoirs conceptuels, des attitudes et des habiletés. Les savoirs conceptuels ne sont pas mobilisés pour la construction d'un problème mais essentiellement lors de rappels des séances précédentes. Les savoirs conceptuels semblent être totalement détachés des DIS.

4.2.3 *Les dispositifs : comment ?*

Les dispositifs instrumentaux et procéduraux liés à l'organisation de la classe sont présentés dans un premier temps pour chaque niveau scolaire (6^{ème} et 3^{ème}). Puis, le niveau de mise en œuvre des DIS est décrit.

4.2.3.1 *En classe de 3^{ème}*

Trois dispositifs instrumentaux pédagogiques sont mis en œuvre durant cette séance (figure 62). Il s'agit du classeur de l'élève, du vidéoprojecteur associé au tableau et de vidéos. Le classeur est utilisé régulièrement par les élèves, tout au long de la séance pour prendre le cours en notes. Le vidéoprojecteur associé au tableau fonctionne lors de la phase de réactivation et de celles en lien avec l'émission d'hypothèses. Les vidéos sont visionnées lors du lancement de la séance proprement dite (phase d'introduction).

Concernant les dispositifs instrumentaux didactiques, les élèves se servent de deux dispositifs : d'une part, une fiche d'activité contenant des tableaux, des graphiques, des schémas et des textes ; d'autre part, des fiches d'aides méthodologiques. Ces deux dispositifs sont mis en œuvre lors des phases de lectures et d'analyse des documents (fiche d'activités).

Lors de cette séance, les élèves travaillent soit en interaction à l'oral avec l'enseignant en groupe classe, soit de façon individuelle (pas en binôme comme annoncé dans la progression de séance). L'enseignant intervient de manière unilatérale à travers son discours au moment de la phase de questionnement (il énonce le « problème ») et des phases de passation de consignes. Les interactions orales en groupe classe avec l'enseignant ont lieu pendant la réactivation, l'introduction, les phases liées à l'émission d'hypothèses. Les élèves travaillent seuls pendant la lecture et l'analyse des documents de la fiche d'activité.

L'enseignant guide les élèves individuellement en circulant dans la classe lorsqu'ils analysent ces documents. En définitive, l'enseignant intervient beaucoup lors de cette séance, ses élèves semblent travailler en autonomie seulement lorsqu'ils étudient les documents de la fiche d'activité, soit durant 18 minutes.

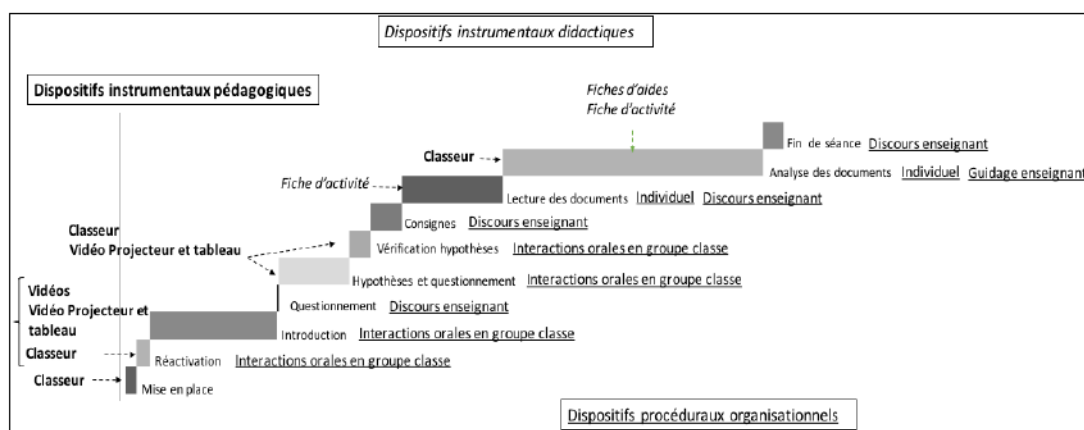


Figure 62 : Schéma représentant les différents dispositifs instrumentaux et procéduraux organisationnels au cours de la séance de 3^{ème}

Le niveau de mise en œuvre de la DIS pendant la séance de classe de 3^{ème} ne peut pas être plus élevé que « confirmatoire » (figure 63). En effet, c'est l'enseignant qui pose « le problème », il n'est pas construit en classe et les élèves connaissent déjà plus ou moins les réponses à ce « problème ». De plus, l'enseignant contrôle fortement la suite de la séance. Par ailleurs, peut-on parler de mise en œuvre de DIS pendant cette séance ? En effet, il ne s'agit pas de véritable problème et hypothèses scientifiques. Il semble davantage s'agir d'un habillage utilisant les termes liés à ces démarches tel que problème ou hypothèse.

	Investigation confirmatoire	Investigation structurée	Investigation guidée	Investigation ouverte
Degré de connaissance par les élèves de la réponse au problème	Explication préalable par l'enseignant	Absent ou faible (à construire)	Absent ou faible (à construire)	Absent ou faible (à construire)
Formulation du problème	Par l'enseignant	Par l'enseignant	Par l'enseignant	Engagement des élèves
Proposition du protocole	Par l'enseignant	Par l'enseignant	Engagement des élèves	Engagement des élèves
Réalisation du protocole	Contrôlé par l'enseignant	Contrôlé par l'enseignant	Engagement des élèves	Engagement des élèves
Analyse, interprétation et formulation d'énoncés scientifiques	Savoir fourni au préalable	Engagement des élèves	Engagement des élèves	Engagement des élèves

Figure 63 : Tableau permettant d'identifier le niveau de mise en œuvre des DIS lors de la séance de 3^{ème}

En conclusion de cette section, nous pouvons dire que cet enseignant met en place une forte interaction à l'oral avec le groupe classe et qu'il contrôle la séance au travers de son discours unilatéral. Dans le même sens, « la DIS » mise en œuvre par les élèves de 3^{ème} est extrêmement guidée. Il s'agit d'une investigation confirmatoire. Par ailleurs, la démarche déployée pendant la séance de classe avec des élèves de 3^{ème} semble davantage être un habillage qu'une véritable DIS.

4.2.3.2 En classe de 6^{ème}

Trois dispositifs instrumentaux pédagogiques sont utilisés par l'enseignant et les élèves (figure 64). Comme pour les élèves de 3^{ème}, le classeur sert à prendre en notes le cours inscrit par l'enseignant au tableau (par le biais du vidéoprojecteur). Il est utilisé à trois reprises : pour le calcul du grossissement du microscope, pour la structuration de la première partie de la séance et pour l'explicitation des consignes de la deuxième partie de la séance. Le vidéoprojecteur associé au tableau fonctionne tout au long de la première partie de la séance. Il permet à l'enseignant de vidéoprojeter différents documents tels que des photographies de levures (troisième dispositif instrumental pédagogique), une fiche méthode pour le calcul du grossissement ou encore le bilan à trous que les élèves doivent compléter.

Quatre dispositifs instrumentaux didactiques sont mis en œuvre durant cette séance. Il s'agit tout d'abord du microscope et d'une fiche méthode que les élèves utilisent pour calculer le grossissement du microscope, puis d'une fiche bilan qu'ils complètent lors de la structuration des savoirs conceptuels de la première partie de la séance et, enfin, d'une fiche d'activité, également complétée par les élèves lors de la deuxième partie de la séance concernant la DIS.

Pour ce qui est des dispositifs procéduraux organisationnels, les élèves travaillent en groupe classe à l'oral, en interaction avec l'enseignant, pendant toute la première partie de la séance (la moitié du temps de la séance). Quelques minutes leur suffisent pour compléter individuellement la fiche bilan. Cette première partie de séance est donc très guidée par l'enseignant. La partie où une DIS est mise en œuvre est entièrement contrôlée par lui. De fait, bien que les élèves travaillent en apparence en binômes, le discours unilatéral de l'enseignant est présent tout au long de la deuxième partie de séance, à la fois pour formuler le problème, donner des consignes et diriger les élèves lors de la phase de conception d'une expérience.

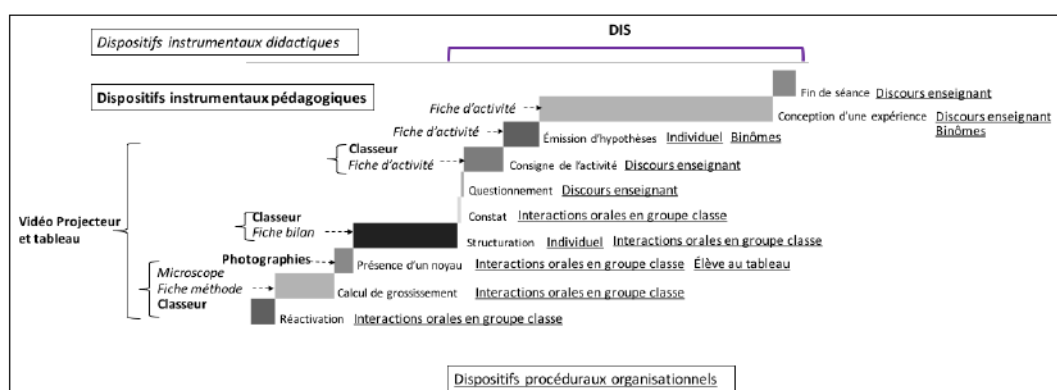


Figure 64 : Schéma représentant les différents dispositifs instrumentaux et procéduraux organisationnels au cours de la séance de 6^{ème}

Sans surprise par rapport à ce qui vient d'être énoncé plus haut, le niveau de mise en œuvre de la DIS réalisée en classe 6^{ème} est confirmatoire (figure 65). En effet, les élèves connaissaient presque tous (24 élèves sur 27) la réponse au

« problème » donné par l'enseignant. En outre, bien que les élèves doivent travailler en binômes, la conception de l'expérience est entièrement contrôlée par l'enseignant. Ce dernier effectue de multiples interventions pour orienter et vérifier l'expérience proposée par ses élèves.

	Investigation confirmatoire	Investigation structurée	Investigation guidée	Investigation ouverte
Degré de connaissance par les élèves de la réponse au problème	Explication préalable par l'enseignant	Absent ou faible (à construire)	Absent ou faible (à construire)	Absent ou faible (à construire)
Formulation du problème	Par l'enseignant	Par l'enseignant	Par l'enseignant	Engagement des élèves
Proposition du protocole	Par l'enseignant	Par l'enseignant	Engagement des élèves	Engagement des élèves
Réalisation du protocole	Contrôlé par l'enseignant	Contrôlé par l'enseignant	Engagement des élèves	Engagement des élèves
Analyse, interprétation et formulation d'énoncés scientifiques	Savoir fourni au préalable	Engagement des élèves	Engagement des élèves	Engagement des élèves

Figure 65 : Tableau permettant d'identifier le niveau de mise en œuvre des DIS lors de la séance de 6^{ème}

Comment l'enseignant explique-t-il ses choix concernant les savoirs disciplinaires en jeu et les dispositifs mis en place pendant les deux séances de classe que nous avons observées ?

4.3 La phase postactive : pourquoi ?

L'entretien réalisée après l'observation de la séance a pour objectif d'expliquer les choix réalisés par l'enseignant pour cette séance en termes de savoirs disciplinaires, mais également à propos des dispositifs. C'est pourquoi, dans un premier temps, nous effectuons un retour sur les DIS mises en œuvre puis, dans un deuxième temps, nous insistons sur les choix faits par l'enseignant concernant les autres savoirs disciplinaires (habiletés et attitudes). Il n'y a pas de section spécifique aux dispositifs que l'enseignant a mis en place. Ils sont explicités en même temps que les savoirs disciplinaires.

4.3.1 Retour sur les DIS mises en œuvre

Tout d'abord, l'enseignant explique que de façon générale, il enseigne « la démarche d'investigation » à ses élèves en la présentant comme une suite de six « étapes ». Il souhaite que ses élèves mémorisent ces différentes « étapes ». Le sens accordé à ces dernières n'est pas évoqué par l'enseignant.

« Pour des élèves de collège, je le présente sous forme de six étapes. Parce que j'ai voulu baliser pour ce soit mémorisé, avec constat, problème, hypothèse, vérification des hypothèses, là on peut aller par plusieurs chemins, puis après des résultats, des observations, des validations d'hypothèses et conclusion qui doit revenir à l'hypothèse. On valide ou non l'hypothèse de départ pour répondre ou non à la question. C'est vraiment ces six étapes que je demande aux élèves d'apprendre et que je vais réutiliser régulièrement dans les activités, des fois en faisant référence à ce cours où j'ai mis en place ces six étapes. »

(Extrait du *verbatim* de l'entrevue *post observation*)

L'enseignant considère donc (comme évoqué précédemment) les DIS comme « une démarche » hypothético-déductive (avec la présence obligatoire d'hypothèse(s)) constituée de plusieurs étapes successives. Le recueil de faits peut être effectué de différentes manières, notamment à partir de l'expérimentation, mais également en analysant des documents. En général, ces documents relatent des résultats d'expériences. Cet enseignant privilégie donc les démarches de type expérimental. Nous retrouvons à travers ces six « étapes » certaines composantes présentes dans les programmes scolaires comme « le problème » ou « les hypothèses ».

Par ailleurs, il semble qu'il considère « la démarche d'investigation » comme une habileté transversale, qui peut être utilisée dans différentes disciplines scolaires, notamment l'anglais et le français, au même titre que savoir construire un tableau ou un graphique.

« Au moins qu'à un moment ils aient entendu cette démarche avec la logique qui a été mise en place derrière pour qu'après ils l'utilisent ; et d'ailleurs, ils se rendent compte. Je sais qu'en français en anglais, elles l'utilisent aussi, elle le dit : tiens, c'est une DIS, et en techno aussi. Donc on a un lien commun entre professeurs et voilà on leur montre que la façon de faire, c'est dans plusieurs matières. »

(Extrait du *verbatim* de l'entrevue *post observation*)

Cet enseignant semble également considérer « la démarche d'investigation » comme une habileté intellectuelle. En effet, il précise que « la démarche d'investigation » a pour objectif de mettre en place un raisonnement chez les élèves. Il estime que « c'est vraiment important sinon, ils vont construire leur raisonnement d'adulte n'importe comment ». Il relate également que « la démarche d'investigation » n'est pas le seul « raisonnement » que les scientifiques mettent en place lors de leurs travaux de recherche :

« La trouvaille fortuite a quand même été en avant pour plein de découvertes, la pénicilline, etc. Je leur dis ce n'est pas toujours en étant bien carré dans cette démarche-là qu'on trouve des choses, c'est un exemple de démarche. Mais on s'en rend compte aussi. Ce qui est important, c'est vraiment l'étonnement ; je trouve que c'est ça qui est important pour eux. »

(Extrait du *verbatim* de l'entrevue *post observation*)

De plus, il rapporte qu'il ne fait pas mettre en œuvre « la même démarche d'investigation » pour chacun des niveaux scolaires dans lesquels il enseigne. En effet, il explique davantage guider ses élèves de 6^{ème} que ses élèves de 3^{ème} pour la mise en œuvre de « la démarche d'investigation », notamment en leur donnant une fiche d'activité sur laquelle figure « les six étapes » et en intervenant auprès d'eux. Il considère que les élèves doivent apprendre petit à petit à mettre en œuvre ce genre de démarche.

À plusieurs reprises lors de l'entrevue, l'enseignant rappelle l'importance pour lui de « l'étonnement », de « la surprise » : « il serait peut-être intéressant qu'il y ait un effet de surprise entre les résultats et l'hypothèse de départ ».

Puis, l'enseignant relate que, dans les deux séances observées, il a posé lui-même le « problème », ses élèves ont émis des hypothèses et il a imposé la démarche à suivre à ses élèves pour vérifier leurs hypothèses. Il explique qu'il aurait préféré que la formulation « du problème » soit réalisée par ses élèves, mais qu'il rencontre régulièrement des difficultés pour créer des situations problèmes : « C'est vraiment important si on peut avoir des choses de départ qui posent problème, mais ce n'est pas évident de les avoir tout le temps ». Il semble qu'il ne sache pas comment construire ces situations. Par ailleurs, l'enseignant évoque les étapes de « constat et de « problème » comme des éléments motivants pour les élèves : « Trouver qu'est-ce qui les met en appétit, ce n'est pas évident. Chaque chapitre, ce n'est pas évident de trouver qu'est-ce qui met en appétit. Donc, des fois, c'est imposé, puis voilà ». Cet enseignant semble percevoir « le problème » comme un élément pédagogique dont le rôle est de motiver les élèves, « de donner du sens » à la séance. Il paraît exister, pour cet enseignant, une confusion entre le questionnement introduisant le début d'une séquence (pour susciter l'engagement des élèves) et un problème scientifique.

Pour conclure sur cette section, l'enseignant observé ne semble pas savoir ce qu'est une DIS dans son assertion épistémologique : Qu'est-ce qu'un problème scientifique ? Qu'est-ce qu'une hypothèse ? Comment se construit le savoir scientifique ?

4.3.2 Retour sur les autres savoirs disciplinaires

Concernant plus particulièrement la séance avec les élèves de 3^{ème}, l'enseignant confirme ce que nous avons lu dans sa préparation de séance et ce que nous avons observé en classe au sujet des savoirs disciplinaires visés. En effet, il souhaite que ses élèves acquièrent des attitudes relatives à l'usage des antibiotiques et à l'importance de se faire vacciner, au niveau individuel mais aussi collectif. Il explique cependant que, lors de l'analyse des documents, ses élèves doivent comprendre les mécanismes d'action des antibiotiques et de fonctionnement des vaccins.

« Moi, je voyais plus une notion globale individuelle et collective puisque mon spot permettait plus d'aller vers cette histoire-là, moins sur les mécanismes. Je ne les ai pas trop embêtés d'ailleurs dans l'évaluation finale, j'ai demandé pourquoi est-ce qu'on fait des campagnes de prévention pour voir s'ils vont retrouver l'individuel et le collectif. »

(Extrait du *verbatim* de l'entrevue *post observation*)

L'enseignant justifie ce choix par la présence d'élèves qui ne se destinent pas à des études scientifiques. Or il désire donner « une culture scientifique » à tous : « Pour ceux-là, malheureusement, c'est le seul cours d'SVT qu'ils auront là-dessus. Donc, si au moins les antibiotiques ils comprennent qu'en effet, il ne faut pas les prendre à toutes les sauces, pour moi, j'ai gagné pour l'avenir. Je ne parle même pas des mécanismes ».

Ces attitudes, selon l'enseignant, s'acquièrent « par répétition » tout au long de la séance à partir du visionnage des vidéos :

« Ils le touchent déjà, je dirais dès le constat. Pourquoi on fait des pubs, dans les hypothèses ? Certains ont dit pour la société, ça coûte moins cher. Dans le travail individuel, ils se sont rendu compte : ah ben tiens, si on est plus vacciné, il y a moins de gens malades et on a encore structuré à l'oral et structuré à l'écrit. Là, je dirais, il n'y a pas un moment mais par répétition du message. »

(Extrait du *verbatim* de l'entrevue *post observation*)

Par ailleurs, l'enseignant explique qu'il fait réactiver les termes de virus et de bactérie parce qu'il considère que ce sont des mots de vocabulaire difficiles pour les élèves.

Concernant à présent la séance avec les élèves de 6^{ème}, l'enseignant estime que l'étape la plus importante dans cette séance est celle de la conception d'une expérience. En effet, il souhaitait « voir s'ils étaient capables de réinvestir tout ce qu'on avait vu avant. C'était une étape sur laquelle je m'étais l'accent ». De plus, l'enseignant expose qu'à travers cette séance, il désire que ses élèves travaillent « la démarche d'investigation » :

« Donc là, déjà mettre l'accent sur l'observation, voir s'ils ont bien compris résultats et conclusion. Je vais voir s'ils commencent à me mettre les résultats à la place de la conclusion ou pas, certains vont encore se tromper et me dire que la levure a fait gonfler la pâte. Je m'attends à trouver ça en résultat. Et en conclusion, ils vont me dire que mon hypothèse est vraie. Ils risquent de confondre les deux. C'est pour ça que j'ai mis le verbe voir en majuscule. »

(Extrait du *verbatim* de l'entrevue *post observation*)

Il précise qu'« en fait, les connaissances vont arriver juste derrière puisqu'on va étudier un document, on va voir la fermentation. Il y a un document du livre où on voit la fermentation de la levure et le gaz qui est produit : le dioxyde

de carbone ». Il confirme qu'au sein de la séance, il a séparé « la démarche d'investigation » et les savoirs conceptuels. Il insiste en s'expliquant :

« À travers la démarche, qui est la première partie, ça va être pour moi, transfert de compétences et de connaissances sur les démarches d'investigation. Être capable de trouver qu'il faut une expérience témoin. Toujours savoir ce qu'est un résultat et une conclusion. Là, on est dans des transferts. »

(Extrait du *verbatim* de l'entrevue *post observation*)

L'enseignant justifie ce choix par la difficulté du concept de fermentation : « le fait de se détacher, parfois des connaissances compliquées permet à certains de mieux y arriver. Là j'ai détaché les deux ». Il ajoute : « Un peu comme le dessin d'observation, comme le microscope, il faut un temps d'apprentissage de savoir ça. Il y a un besoin de leur part aussi. Quand je leur dis de faire un dessin, il va falloir des règles pour faire quelque chose de bien ». Il semble que, comme nous l'avons explicité précédemment, l'enseignant perçoit « la démarche d'investigation » comme une habileté intellectuelle qu'il est possible d'étudier pour elle-même.

Comme pour les savoirs disciplinaires visés, l'enseignant relate ici qu'il désire que ses élèves mobilisent des éléments de démarches d'investigation et des attitudes : « On est toujours dans les six étapes de la démarche, la capacité à se dire qu'il faut toujours deux expériences puisque je vais révéfier dans l'évaluation sommative après. La formulation verbale, la formulation écrite, faire des phrases et l'organisation, toujours : j'observe, je conclus ».

Finalement, l'enseignant que nous avons observé, justifie ses choix concernant les savoirs conceptuels en s'appuyant sur deux éléments : l'hétérogénéité de ses élèves (certains ne se destinent pas à des études scientifiques) et les difficultés de certains savoirs conceptuels (comme la fermentation) pour les

élèves. Cet enseignant ne semble pas envisager « la démarche d'investigation » comme une DIS permettant la reconstruction de savoirs conceptuels.

4.4 La synthèse des résultats issus des observations

Nous pouvons établir que l'ensemble des résultats provenant des observations est concordant avec ceux obtenus lors de l'analyse du questionnaire et des entrevues. Par ailleurs, bien que les résultats obtenus ici ne prévalent que pour l'enseignant de l'étude, ils apportent des pistes de réflexion intéressantes quant à l'articulation des DIS avec les savoirs conceptuels en lien avec les visées éducatives privilégiées par les enseignants de SVT (exerçant au sein d'un collège français).

Durant les deux séances de classes observées, aucun savoir conceptuel n'est visé. L'enseignant souhaite uniquement que ses élèves acquièrent des habiletés et des attitudes. Les nouveaux savoirs conceptuels de la séance de classe de 3^{ème} ne sont pas au cœur de la séance, ils semblent être accessoires ou secondaires. Les nouveaux savoirs conceptuels de la séance de classe de 6^{ème} sont détachés des DIS. Par ailleurs, les savoirs disciplinaires mobilisés par les élèves sont des savoirs conceptuels, des attitudes et des habiletés. Cependant, les savoirs conceptuels ne sont pas mobilisés pour la construction du problème mais essentiellement lors de rappels des séances précédentes. Les savoirs conceptuels semblent être totalement détachés des DIS. Il n'y a pas d'articulation entre les savoirs conceptuels et les DIS. L'enseignant justifie ces choix par les difficultés, que peuvent rencontrer les élèves, lors de l'apprentissage de certains concepts (fermentation) et par l'hétérogénéité des élèves. Bien qu'ayant choisi la forme linéaire 1 lors du questionnaire, et le justifiant ce choix par la présence de simples flèches, cet enseignant, semble davantage s'orienter, pour les séances observées, vers un processus linéaire 3 ; c'est-à-dire deux processus distincts. Au final, il se pourrait que le pourcentage de processus linéaire 1 choisi lors du questionnaire soit également surévalué, tandis que celui concernant le processus linéaire 3 serait sous-évalué ou que les

enseignants font appel à des formes de processus différents en fonction de certains éléments, tels que les difficultés des élèves.

Par ailleurs, l'enseignant considère les DIS comme des habiletés au même titre que savoir construire un tableau ou un schéma. Les DIS sont des outils parmi d'autres (« découvertes fortuites ») pour que les élèves « accèdent à un raisonnement d'adulte » et non pour pratiquer des démarches scientifiques dans l'objectif de reconstruire des savoirs conceptuels. Ces DIS sont d'ailleurs, selon l'enseignant, mises en œuvre dans des disciplines comme le français ou l'anglais. Il s'agit d'habiletés intellectuelles interdisciplinaires. Des savoirs épistémologiques concernant les DIS semblent manquer chez cet enseignant. Nous retrouvons, finalement, le discours de certains enseignants interviewés qui déclaraient que les savoirs conceptuels n'étaient pas l'objectif de la mise en œuvre des DIS mais les démarches elles-mêmes.

De plus, nous pouvons dire que cet enseignant met en œuvre peu de dispositifs instrumentaux didactiques lors de DIS. Cela va de pair avec le fait qu'il met en place une forte interaction à l'oral avec le groupe classe ou qu'il contrôle la séance au travers de son discours unilatéral. Dans le même sens, la DIS mise en œuvre avec les élèves de 6^{ème} est extrêmement guidée. Il s'agit d'une investigation confirmatoire. Par ailleurs, la démarche déployée pendant la séance de classe avec des élèves de 3^{ème} semble davantage être un habillage qu'une véritable DIS.

5. LA SYNTHÈSE GÉNÉRALE DES RÉSULTATS : RETOUR AUX OBJECTIFS SPÉCIFIQUES DE RECHERCHE

Cette dernière partie donne une vision d'ensemble des résultats exposés précédemment. Nous revenons sur chacun de nos objectifs spécifiques de recherche : les savoirs en jeu ainsi que leur articulation lors de DIS, les dispositifs mis en œuvre et les visées éducatives des DIS.

5.1 Les savoirs en jeu et leur articulation lors de DIS : l'objectif (a)

Un des premiers résultats est la proportion d'enseignants qui déclarent faire mettre en œuvre des DIS en classe par leurs élèves. Ce chiffre est de 63 %. Il est toutefois vraisemblable que ce dernier soit surévalué. En effet, l'analyse des résultats provenant des observations montre qu'il est possible qu'un enseignant pense faire mettre en œuvre des DIS à ses élèves, mais qu'en réalité il s'agisse davantage d'un enseignement plus classique comme une étude de documents. Le choix par les enseignants de faire mettre en œuvre ou non des DIS par leurs élèves en classe ne semble pas lié aux caractéristiques personnelles des répondants, comme le nombre d'heures de formation suivi ou le nombre d'années d'expérience. Il est seulement possible d'affirmer que les enseignants qui n'ont pas été reçus à un concours de l'enseignement déclarent majoritairement ne pas faire mettre en œuvre des DIS en classe par leurs élèves. D'autres éléments doivent pouvoir expliquer en partie le choix fait par ces enseignants.

L'analyse des définitions des DIS, fournies par les enseignants interrogés, montre que ces derniers semblent considérer les DIS comme des démarches hypothético-déductives essentiellement expérimentales et, plus précisément, comme « une démarche expérimentale ». Cette démarche est constituée d'une suite d'étapes (présentes dans les programmes scolaires français) dont la formulation « du problème scientifique » et l'émission « d'hypothèses » seraient le point de départ. La structuration des connaissances est peu évoquée. Les principaux objectifs

de cette démarche communiqués par les enseignants sont la résolution d'un problème et l'acquisition d'habiletés et d'attitudes. Les savoirs préalablement acquis sont quasiment absents du discours des enseignants. Ces derniers évoquent des éléments externes à l'élève pour formuler « un problème » ou « émettre des hypothèses ». Il s'agit notamment de « documents d'appel », « d'un constat » ou « d'une situation surprenante ». Par ailleurs, les enseignants évoquent différentes approches pour expliciter les finalités des DIS qu'ils font mettre en œuvre en classe par leurs élèves : une approche didactique, une approche pédagogique et une approche institutionnelle. Ces approches sont tournées vers les élèves. L'approche didactique semble la plus énoncée. De fait, les enseignants déclarent considérer que les DIS permettent d'acquérir des habiletés, des attitudes et les démarches elles-mêmes. Cependant, les savoirs conceptuels sont, là encore, peu évoqués par les enseignants.

Finalement, les résultats obtenus à partir de l'analyse de l'ensemble de nos données tendent vers une sous-représentation des savoirs conceptuels visés et mobilisés lors de mises en œuvre de DIS en classe. Les habiletés ou les attitudes, souvent en lien avec les DIS, semblent priorisées par les enseignants de notre échantillon. Ceux-ci ne souhaitent pas particulièrement que leurs élèves mobilisent des savoirs conceptuels lors de la formulation du problème. Ils paraissent privilégier soit des éléments externes à leurs élèves (différents documents comme des « documents d'appel » ou des « accroches »), soit des éléments internes comme l'imagination. En conséquence, le problème n'est généralement pas construit. De plus, les savoirs conceptuels restent encore parfois transmis par les enseignants. Par conséquent, les DIS ne sont pas toujours articulées avec des savoirs conceptuels. L'observation de la séance de classe de 6^{ème} illustre bien cette situation en montrant une dichotomie entre « la démarche expérimentale » et les savoirs conceptuels.

En outre, les enseignants interrogés ne semblent pas réellement concevoir dans leur pratique une articulation des DIS avec les autres savoirs disciplinaires au

sein d'un processus circulaire. Ceux qui ont choisi ce processus l'ont fait uniquement pour la présence de doubles flèches. Il existe alors dans nos résultats obtenus avec les questionnaires de faux positifs pour le processus circulaire. Le pourcentage de 52% est, par conséquent, réduit. En réalité, les enseignants ayant choisi la forme circulaire semblent davantage s'orienter vers un processus linéaire 1 avec des doubles flèches. Finalement, quatre formes de processus paraissent se dégager du choix des enseignants de notre échantillon : (1) un processus linéaire avec des doubles flèches ; (2) un processus linéaire avec de simples flèches ; (3) deux processus linéaires distincts ; et (4) un processus linéaire sans savoir conceptuel préalablement acquis mobilisé (sans exclure la possibilité que certains enseignants aient réellement choisi le processus circulaire). Les arguments énoncés par les enseignants pour justifier leur choix peuvent être catégorisés en trois groupes et correspondent à un processus particulier : 1) des arguments de type cognitif pour expliquer le choix d'un processus circulaire ou plutôt d'un processus linéaire avec doubles flèches ; 2) des arguments de type pédagogique pour justifier le choix d'un processus linéaire 1 ou un processus linéaire avec de simples flèches et 3) des arguments de type épistémologique pour motiver le choix d'un processus linéaire 2 ou de deux processus linéaires distincts. Par ailleurs, ces processus sont ceux que les enseignants considèrent comme représentant le mieux les DIS qu'ils font mettre en œuvre par leurs élèves. Il est possible, comme le révèlent les entretiens et illustré par l'observation de la séance de classe de 6^{ème}, qu'un enseignant choisisse des processus différents suivant certains éléments de contexte comme le niveau scolaire des élèves (6^{ème} ou 3^{ème} par exemple) et les difficultés des élèves.

5.2 Les dispositifs mis en œuvre : l'objectif (b)

Concernant les dispositifs, les enseignants interviewés déclarent mettre en œuvre en classe lors de DIS à la fois des dispositifs instrumentaux pédagogiques et didactiques. Ces derniers sont soit des fiches « d'activités » construites par les enseignants (relatant des résultats d'expérience) soit du matériel de laboratoire lorsque les élèves réalisent des expériences. De plus, au niveau organisationnel, les enseignants évoquent régulièrement le travail en groupes de leurs élèves surtout

pour la composante concernant la réalisation d'expériences des DIS. Les enseignants justifient ce choix par des arguments de type pédagogique, comme le fait qu'ils souhaitent développer l'autonomie chez leurs élèves. La dimension sociale des DIS ne semble pas avoir été perçue par les enseignants. Également, la description faite par certains enseignants de leur séance/séquence lors de l'entrevue laisse entrevoir des DIS de niveau plutôt ouvert avec un contrôle minimal et un fort degré d'engagement de leurs élèves. Néanmoins, ces résultats sont limités par le discours peu précis des enseignants. Ils sont d'ailleurs à nuancer au regard des résultats apportés par les observations qui ont, à l'inverse, mis en évidence des DIS de niveau confirmatoire, donc très guidées par des interventions régulières de l'enseignant.

5.3 Les visées éducatives des DIS : l'objectif (c)

Au-delà des résultats qui viennent d'être présentés, des pistes de réflexion peuvent être énoncées. Les observations réalisées avec l'enseignant volontaire, qui illustrent de façon forte certains résultats obtenus à partir de l'analyse du questionnaire et des propos tenus par les enseignants interviewés, fournissent quelques idées explicatives quant aux visées éducatives des enseignants. En effet, sans nier l'existence de difficultés rencontrées par les enseignants lorsqu'ils souhaitent faire mettre en œuvre des DIS par leurs élèves, il nous semble que certains d'entre eux pourraient, par manque de connaissances épistémologiques en lien avec la construction des savoirs en SVT, ignorer que l'objectif des DIS est la reconstruction de savoirs conceptuels et, en conséquence, considérer les DIS comme des habiletés, voire même des habiletés intellectuelles pluridisciplinaires (anglais, français, etc.).

Une synthèse de l'ensemble de ces résultats est présentée sous forme de figure (figure 66).

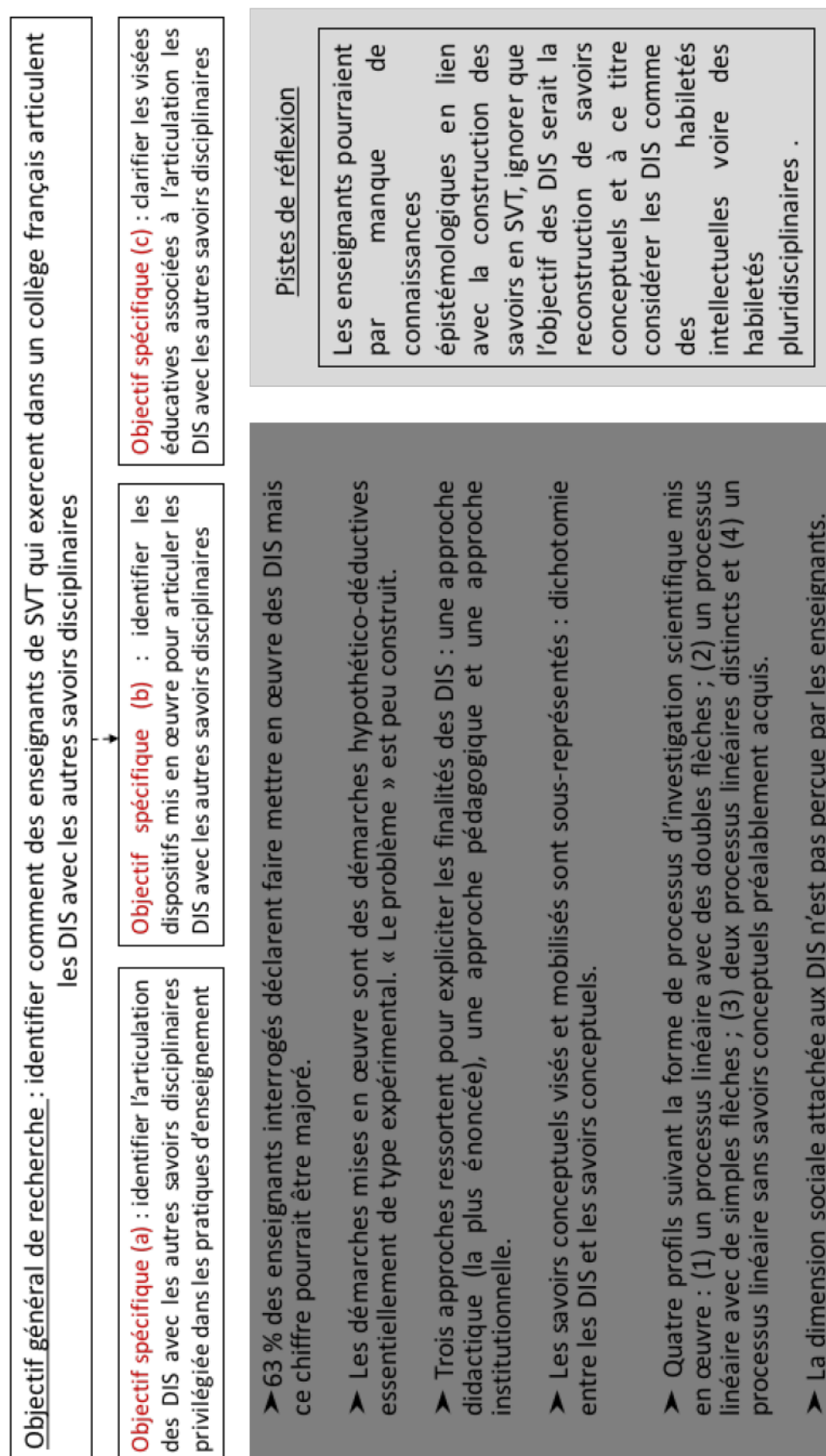


Figure 66 : Représentation synthétique des principaux résultats

CINQUIEME CHAPITRE

LA DISCUSSION DES RESULTATS ET LES PERSPECTIVES

Afin d'identifier comment des enseignants de SVT qui exercent dans un collège français articulent les DIS avec les autres savoirs disciplinaires, nous avons réalisé, suite à la construction du problème de recherche et à la clarification conceptuelle, une double lecture des pratiques (déclarées et observées) à partir de trois axes d'analyse. Posant la question : « sur quoi porte l'enseignement des SVT au collège lors de DIS ? », le premier axe d'analyse est celui des objets d'enseignement aménagés par l'enseignant dans une situation d'enseignement-apprentissage pour qu'ils deviennent des objets d'apprentissage pour les élèves : les savoirs disciplinaires visés, les savoirs disciplinaires mobilisés et l'articulation de l'ensemble des savoirs disciplinaires. Le deuxième axe d'analyse, qui renvoie aux dispositifs de formation auxquels font appel ces enseignants pour soutenir l'articulation des DIS avec les autres savoirs disciplinaires, porte, d'une part, sur les dispositifs instrumentaux pédagogiques et didactiques et, d'autre part, sur les dispositifs procéduraux d'ordre organisationnel. Le dernier axe fait référence au « pourquoi les enseignants de SVT articulent-ils de cette façon les DIS et les autres savoirs disciplinaires ? », ce qui renvoie aux visées éducatives déclarées par les enseignants, ainsi qu'à leurs justifications.

Dans le chapitre précédent, nous avons présenté les principaux résultats qui se dégagent de l'analyse du questionnaire, des entrevues et des observations en classe que nous avons menées auprès d'enseignants. Dans le présent chapitre, nous entendons mettre en relief de manière plus précise quelques aspects prégnants des pratiques d'enseignement des enseignants de notre échantillon concernant la mise en œuvre des DIS en classe, l'articulation des DIS avec les savoirs conceptuels et les pistes de réflexion pouvant expliquer les choix effectués par les enseignants.

Au début de cet écrit, nous évoquions la place centrale que tiennent aujourd'hui les DIS au sein de l'enseignement des sciences en France, mais aussi dans d'autres pays à travers le monde. Certains rapports gouvernementaux préconisent ces démarches pour enseigner et apprendre les sciences et la technologie (Eurydice, 2006 ; National Research Council, 2000). Dans la même idée, les curricula de sciences et de technologie français du secondaire inférieur recommandent aux enseignants de faire reconstruire les savoirs scientifiques en faisant mettre en œuvre des démarches d'investigation par les élèves (Ministère de l'Éducation nationale, 2008, 2015). Jenkins (1999) rappelle que l'exercice d'une citoyenneté éclairée en ce début de 21^{ème} siècle repose, entre autres, sur une éducation scientifique de qualité pour tous les élèves. DeBoer (2000) souligne à son tour que la culture scientifique concerne l'ensemble de la population, car celle-ci touche l'intérêt pour la science et va au-delà des apprentissages prescrits à l'école. Au final, l'enjeu est de renouveler les pratiques d'enseignement des sciences et de la technologie (Boilevin, 2013a).

Cependant, comme le montrent nos résultats, les DIS encore aujourd'hui, ne rencontrent pas un franc succès chez les praticiens. Ces démarches, du fait notamment des difficultés que peuvent rencontrer les enseignants lors de leur mise en œuvre en classe, ont une dissémination limitée avec au moins 20 % des enseignants qui déclarent ne pas faire mettre en œuvre ces démarches par leurs élèves. Les autres enseignants semblent ne pas avoir baissé les bras, mais les DIS mises en œuvre semblent toujours être des démarches hypothético-déductives linéaires, très souvent expérimentales et partielles, très guidées et sans construction de problème. Par ailleurs, certains enseignants ne souhaitent pas nécessairement que leurs élèves acquièrent et/ou mobilisent des savoirs conceptuels lorsqu'ils mettent en œuvre des DIS en classe. Les savoirs conceptuels visés sont enseignés à d'autres moments. Les difficultés rencontrées par les enseignants ne paraissent pas expliquer à elles seules l'ensemble de ces observations.

Notons que, pour éviter aux lecteurs de devoir se référer fréquemment au quatrième chapitre, nous rappellerons, lorsque nous le jugerons nécessaire, les résultats de l'analyse sur lesquels porte la discussion. Il importe de ne pas les généraliser à l'ensemble des enseignants de SVT travaillant dans un collège français, et encore moins à l'ensemble des enseignants de SVT, car l'échantillon n'est composé que de sujets issus d'un échantillonnage non probabiliste. Ces sujets, redisons-le, ont librement et volontairement accepté de participer à l'étude. De plus, les résultats obtenus à partir des observations d'un unique enseignant, bien qu'illustratifs, ne peuvent qu'apporter des pistes de réflexion. C'est pourquoi les résultats sont ici discutés en ayant à l'esprit les limites que présente cette étude.

1. REGARD SUR LA MISE EN ŒUVRE DES DEMARCHES D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE EN CLASSE

Une partie de la population d'enseignants de SVT en collège paraît avoir renoncé à la mise en œuvre des DIS en classe par leurs élèves. Les autres semblent faire mettre en place des démarches hypothético-déductives de type expérimental, sans construction de problème, parfois très guidées et linéaires. Ces enseignants expliquent les finalités de ces démarches en s'appuyant sur différentes approches : didactique, pédagogique et institutionnelle. Par ailleurs, il apparaît possible de distinguer différentes formes de linéarité concernant ces démarches.

1.1 Une mise en œuvre en classe de ces démarches encore limitée

À notre connaissance, aucune étude n'a révélé de manière explicite la proportion d'enseignants faisant mettre en œuvre des DIS par leurs élèves, que ce soit au niveau primaire ou au niveau secondaire (collège et lycée). Bien que notre travail de recherche ne s'intéresse qu'aux enseignants exerçant dans un collège français métropolitain et uniquement aux pratiques déclarées, nous avons obtenu une première tendance avec seulement 63 % des enseignants de notre échantillon ayant déclaré faire mettre en œuvre en classe des DIS par leurs élèves. Par ailleurs,

nous pouvons penser que ce pourcentage est sous-évalué par rapport à la réalité. Ce résultat confirme les assertions (non chiffrées) de certains textes institutionnels sous forme de rapport et de quelques travaux de recherche.

Le rapport Rocard (2007) faisait déjà le même constat pour les pays européens et énonçait que « la réalité de la pratique en classe montre que, dans la plupart des pays européens, l'enseignement de la science n'est pas basé sur cette approche [des DIS] » (p. 13). Il exprimait que dans la plupart des pays européens, « les méthodes d'enseignement des sciences restent essentiellement déductives » (p. 14). Ce rapport pointait également qu'il existait de nombreuses initiatives en Europe pour tenter de contribuer activement au renouveau de l'enseignement des sciences mais que celles-ci étaient souvent mises en œuvre à petite échelle, ne permettant pas une dissémination et une intégration des DIS.

Certains auteurs, comme Calmettes (2012), évoquent des résultats qui vont dans le même sens. En effet, cet auteur, lors d'une étude portant sur l'analyse de rapports au savoir chez des enseignants stagiaires à propos de la mise en œuvre des DIS, relate au travers d'un questionnaire que 72 % des stagiaires interrogés déclarent que les démarches d'investigation sont peu ou rarement utilisées dans les établissements scolaires dans lesquels ils sont nommés. Également, 13 % des enseignants affectés en collège énoncent pratiquer très souvent des DIS et seulement 9 % des enseignants affectés en lycée déclarent pratiquer souvent cette démarche. Finalement, les DIS disséminent difficilement à l'intérieur des classes de sciences. En effet, « l'unanimité des prescriptions n'empêche pas que la mise en œuvre de l'IBSE¹⁷ soit complexe et exigeante » (Calmettes, 2012, p. 10).

¹⁷ *Inquiry Based Science Education.*

Par ailleurs, un rapport d'origine institutionnelle très récent présente une dissémination des DIS en classe presque parfaite. En effet, les dossiers de la DEPP (Direction de l'évaluation de prospective et de la performance) portant sur le projet Cedre sciences collège 2013 (MEN, 2018) qui présentent les premiers résultats d'analyse de l'évaluation nationale des élèves en fin de 3^{ème} en SVT et en physique-chimie évoquent également des éléments sur les pratiques d'enseignement. Les enseignants dont les classes ont participé à l'évaluation ont reçu un questionnaire à compléter. Le nombre précis d'enseignants ayant participé, les modalités de passation ainsi que d'anonymat ne sont pas précisés. Les auteurs expliquent « qu'en 2013, la démarche d'investigation est une pratique très répandue chez les professeurs de sciences » (MEN, 2018, p. 52) avec 55 % des enseignants qui déclarent souvent « faire participer les élèves à la démarche d'investigation ». Seuls 1 % des répondants déclarent ne jamais « faire participer les élèves à la démarche d'investigation ». Ces résultats, semblant montrer une mise en œuvre des DIS en classe par la quasi-totalité des enseignants enquêtés, peuvent s'expliquer par le désir des enseignants de répondre aux attentes de l'institution.

Sans pouvoir généraliser les résultats, notre travail permet d'avoir une idée de la proportion actuelle d'enseignants de SVT exerçant dans un collège qui déclarent faire mettre en œuvre des DIS par leurs élèves.

1.2 Des démarches hypothético-déductives de type expérimental

Les démarches déclarées être mises en œuvre par les enseignants de notre échantillon sont des démarches hypothético-déductives, le plus souvent expérimentales. Elles sont constituées d'une suite d'étapes reflétant fortement le côté procédural de ces démarches.

Les enseignants de notre étude semblent tenir compte des recommandations institutionnelles inscrites dans les programmes scolaires (MEN, 2008, 2015). En effet, ces textes restreignent les DIS à des démarches hypothético-déductives (Mathé, Méheut et De Hosson, 2008) de type expérimental. Ils évoquent, comme troisième ou deuxième étape des DIS, la formulation d'une ou plusieurs hypothèses. La conception d'expériences est également signalée comme moyen privilégié pour vérifier ces hypothèses.

Toutefois, comme nous l'avons déjà évoqué dans le présent travail de recherche, le fait d'exprimer que la problématisation doit nécessairement mener vers la formulation d'hypothèses est discutable. Certains auteurs comme Hasni et Bousadra (2018) ou Hasni, Belletête et Potvin (2018) expliquent « qu'il est tout à fait légitime de faire appel à un processus scientifique sans hypothèse au sens strict » (Hasni et Bousadra, 2018, p. 10). Hasni et Bousadra précisent que le fait de faire de l'hypothèse un critère incontournable des DIS peut avoir deux conséquences non négligeables concernant la mise en œuvre de ces démarches :

- a) l'association de l'hypothèse à une simple devinette ou à une simple expression des conceptions préalables des élèves, b) la remise en question de la scientificité de certaines problématiques qui ne font pas appel à une hypothèse au sens strict. (Hasni et Bousadra, 2018, p. 10)

Également, ces mêmes auteurs, Hasni et Bousadra (2018) et Hasni, Belletête et Potvin (2018), expliquent qu'il est possible de recueillir les faits, qui permettent de répondre à un problème scientifique, de différentes manières. « C'est une dérive de faire croire aux élèves que toutes les DIS nécessitent une expérimentation » (Hasni, Belletête et Potvin, 2018). L'expérimentation n'est pas l'unique moyen. Nous pouvons citer, notamment, l'observation ou l'analyse documentaire. À titre d'exemple, l'étude de la transformation de la fleur en fruit met en jeu prioritairement un recueil de faits par l'observation (sans expérimentation).

Finalement, la mise en œuvre des DIS est variée, mais notre recherche montre que ces démarches sont de façon générale hypothético-déductives et de type expérimental. Les recommandations institutionnelles comme les programmes scolaires semblent particulièrement influencer la pratique des enseignants concernant les DIS.

1.3 Des démarches non problématisées avec certaines composantes toujours très guidées

Les enseignants de notre étude définissent les DIS en utilisant essentiellement deux termes : problème et hypothèses. Cependant, le problème est davantage formulé par l'enseignant que construit par les élèves considérant majoritairement les DIS comme étant des démarches de résolution de problèmes. Dans le même sens, lors des observations en classe, nous avons constaté que très peu de temps est consacré à la formulation du problème par l'enseignant (quelques secondes). Ce résultat se retrouve dans les composantes énoncées être mises en œuvre par les élèves. En effet, les composantes des DIS déclarées être le plus souvent mises en œuvre par les élèves sont respectivement : l'interprétation des résultats, la communication de ces derniers et l'émission d'hypothèses.

De plus, les enseignants de notre étude ne semblent pas percevoir la dimension sociale des DIS. Ces derniers décident de faire travailler leurs élèves en groupes pour des raisons essentiellement pédagogiques.

Au final, les enseignants de notre échantillon sont en adéquation avec les programmes scolaires du collège pour les SVT, qui ne parlent pas de construction du problème scientifique par les élèves mais d'appropriation (MEN, 2008) et de formulation (MEN, 2015). Ces démarches sont par ailleurs décrites comme des démarches de résolution de problème (MEN, 2015). De plus, ces textes expriment

que le rôle de l'enseignant est de guider ses élèves sans préciser ce que cela signifie. Il apparaît donc difficile, à partir de la simple lecture des programmes scolaires, de comprendre qu'il est préférable que les élèves construisent le problème et que les dispositifs instrumentaux didactiques mis en place par l'enseignant doivent être suffisamment riches pour ajuster de façon cohérente son degré de guidage.

En outre, les résultats de notre recherche confirment certaines études déjà menées. Notamment, Venturini et Tiberghien (2012) montrent qu'un jeune enseignant en début de carrière guide fortement ses élèves lorsque ces derniers effectuent des activités liées directement au savoir : « Les élèves n'ont dans la séance que la responsabilité du "faire" (circuit, mesure), alors que l'enseignant garde la responsabilité des activités significatives sur le plan du savoir » (p. 22). Dans le même sens, Mathé, Méheut et De Hosson (2008) mettent en évidence à travers l'étude de fiches de préparation d'enseignants que les DIS restent très guidées. En effet, très souvent l'enseignant pose le problème à résoudre, les hypothèses sont imposées par les textes à analyser et les protocoles sont contraints par le matériel disponible et prévu par l'enseignant. Finalement, seules les manipulations sont réalisées par les élèves. Également, Coquidé et Flatter (2015) montrent que les enseignants de leur étude ont pris en charge la mise en situation et la formulation d'un problème. Ils précisent que, si le guidage de la séance par l'enseignant fait partie intégrante de l'investigation, la nature et le degré de guidance peuvent être plus ou moins marqués : d'un étayage discret jusqu'à un cadrage fort. Ils ont observé, dans les classes, des formes de guidage qui ont été anticipées et d'autres, non prévues ou non intentionnelles, qui ont été adoptées pour un besoin de régulation ou pour l'avancée de la séance. Déjà, Coquidé (1998) avait constaté que les enseignants intervenaient très rapidement dans le guidage, en laissant peu de place à l'exploration des élèves et en gommant d'éventuelles difficultés. Ils limitent, de cette façon, un tâtonnement, des errances éventuelles d'élèves, mais aussi une part d'imprévu. De même, Gandit, Triquet et Guillaud (2013) mettent en évidence que l'enseignant choisit d'autorité des protocoles qui correspondent à ceux attendus. Les enseignants semblent craindre des imprévus et

les difficultés qu'ils peuvent engendrer. Cette capacité à gérer les imprévus (Perrenoud, 1999) représente pourtant une condition importante de guidage, en particulier lors d'investigations scientifiques. Également, Calmettes (2009), à l'occasion d'une analyse des pratiques ordinaires d'enseignants français en sciences physiques au collège, a conclu que la construction du milieu didactique pouvait constituer un obstacle à la mise en œuvre des DIS puisque certains enseignants proposent un problème pour lequel il n'y a pas de cohérence entre la consigne, les prérequis, la gestion du temps et le dispositif d'aide.

Par ailleurs, certains travaux de recherche apportent des précisions concernant le rôle de l'enseignant lors de DIS mises en œuvre en classe. Furtak, Seidel, Iverson et Briggs (2012), dans leur méta analyse répertoriant les travaux de recherche de 1996 à 2006, notent que l'apprentissage des élèves semble meilleur lorsque l'investigation est guidée par l'enseignant que lorsqu'elle est menée par les élèves. Également, Kirshner, Sweller et Clark (2006) expliquent que, malgré la popularité des démarches d'enseignement non guidées ou minimalement guidées, celles-ci ignorent à la fois les structures qui constituent l'architecture cognitive humaine et les résultats d'études empiriques des cinquante dernières années. De fait, ces études indiquent que les démarches d'enseignement peu guidées sont moins « efficaces » que les démarches d'enseignement qui mettent l'accent sur l'accompagnement des élèves dans leur processus d'apprentissage. L'avantage des démarches d'enseignement guidées commence à reculer seulement lorsque les élèves possèdent des connaissances préalables suffisantes pour un apprentissage autonome. Finalement, il ne s'agirait pas pour les enseignants de laisser leurs élèves entièrement mener l'investigation scientifique, mais d'adapter leur degré de guidage en fonction des connaissances (savoirs conceptuels) que possèdent leurs élèves. En ce sens, il serait important pour un enseignant de vérifier l'état des connaissances indispensables de ses élèves à la mise en œuvre de DIS de façon à adapter son enseignement et, plus précisément, son degré de guidage.

1.4 Des démarches linéaires avec différentes formes de linéarité

Certains didacticiens des sciences comme Hasni (2011) décrivent l'articulation des DIS avec les autres savoirs qui composent la structure disciplinaire sous une forme circulaire. Néanmoins, les enseignants ayant participé à notre recherche ont majoritairement déclaré articuler les DIS avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire au travers d'un processus linéaire. Une partie des répondants a choisi, lors du questionnaire, un processus circulaire. Cependant, les entrevues semblent montrer qu'il s'agit davantage de processus linéaires permettant des allers-retours entre les différentes composantes des DIS.

Notre travail de recherche permet de confirmer, avec une double approche quantitative et qualitative, les résultats d'autres études montrant la linéarité des DIS mises en œuvre en classe. Par exemple, Coquidé et Flatter (2015), dans le cadre d'une étude portant sur les facteurs pouvant influencer les élaborations et les mises en œuvre d'investigations réalisées sur quatre enseignants de SVT, mettent en évidence que les démarches proposées par ces enseignants sont relativement linéaires, sans aller-retour entre les différentes phases mises en œuvre. Certains évoquent une démarche OHERIC (Giordan, 1999). Mathé (2010) ainsi que Cross (2013) effectuent le même constat de séances au déroulement linéaire avec peu d'allers-retours entre les phases.

Par ailleurs, nos résultats apportent une précision sur cette linéarité en mettant en évidence quatre formes de processus linéaires qui sont déclarées par ces enseignants être mis en œuvre en classe : (a) un processus linéaire avec des allers-retours possibles entre les différentes composantes ; (b) un processus linéaire sans aller-retour entre les différentes composantes ; (c) deux processus linéaires distincts, un pour les DIS et un pour les autres savoirs ; (d) un processus linéaire sans aller-retour et sans savoir préalablement acquis par les élèves. De plus, les

enseignants justifient leur choix par différentes approches : une approche cognitive, une approche pédagogique et une approche épistémologique.

Les enseignants de notre échantillon semblent de nouveau en adéquation avec les textes institutionnels. Les programmes du collège en SVT, notamment ceux de 2008 et de 2015, décrivent des démarches linéaires sans évoquer de possibles allers-retours entre les différentes composantes (MEN, 2008, 2015). En effet, les premiers textes évoquent une démarche en sept étapes : (a) le choix d'une situation-problème par l'enseignant ; (b) l'appropriation du problème par les élèves ; (c) la formulation d'hypothèses ; (d) l'investigation conduite par les élèves ; (e) l'échange argumenté autour des propositions émises par les élèves ; (f) l'acquisition et la structuration des connaissances ; (g) la mobilisation des connaissances. Les programmes de 2015 posent « une démarche scientifique » en cinq étapes. Les dernières étapes portant sur les connaissances sont absentes des derniers programmes. À notre connaissance, aucun programme scolaire français en sciences n'a représenté les DIS comme un processus circulaire. Il est donc, là encore, difficile à la simple lecture des programmes scolaires d'imaginer que les DIS peuvent être circulaires.

2. LES SAVOIRS CONCEPTUELS, DES SAVOIRS DISCIPLINAIRES DELAISSES PAR LES ENSEIGNANTS LORS DE DIS

Les DIS doivent conduire à la reconstruction par les élèves de savoirs conceptuels nouveaux (Hasni et Samson, 2007 ; Boilevin, 2013a ; Calmettes et Matheron, 2015). Par exemple, Boilevin (2013a) explique qu'il est nécessaire que les DIS soient avant tout des démarches au cours desquelles les élèves acquièrent de nouvelles connaissances scientifiques. Il précise qu'il s'agit là d'un axe fondamental de l'investigation scientifique : « Il ne s'agit pas de faire de l'investigation pour faire de l'investigation, mais pour permettre aux élèves d'apprendre les sciences et sur les sciences » (p. 265).

Pourtant, les résultats de notre travail de recherche ne vont pas dans ce sens. Bien que les enseignants s'appuient sur une approche de type didactique pour expliquer les finalités des DIS qu'ils font mettre en œuvre en classe par leurs élèves, les DIS ne sont pas nécessairement mises en œuvre en classe pour construire de nouveaux savoirs conceptuels.

2.1 Les savoirs conceptuels visés détachés des DIS : une crainte devenue réalité

Les enseignants de notre échantillon délaissent volontairement les savoirs conceptuels lorsqu'ils font mettre en œuvre des DIS par leurs élèves. Peu d'enseignants font référence à ces savoirs lorsqu'ils décrivent les finalités des DIS qu'ils font mettre en œuvre en classe. Dans notre recherche, les savoirs conceptuels visés sont souvent absents lors des DIS parce que les enseignants souhaitent que leurs élèves acquièrent d'autres savoirs disciplinaires, comme des habiletés. Les DIS sont souvent mises en œuvre pour elles-mêmes. Les savoirs conceptuels sont absents dès la préparation des séances de classe. Ces savoirs sont enseignés à d'autres moments, séparément des DIS. Dans le même sens, les enseignants participant à notre recherche ne souhaitent pas nécessairement que leurs élèves mobilisent des savoirs préalablement acquis, et particulièrement des savoirs conceptuels.

Les nouveaux programmes du collège en SVT (MEN, 2015) placent « les démarches scientifiques » comme une compétence que les élèves doivent acquérir. De plus, les deux dernières étapes présentes dans les précédents programmes (MEN, 2008) concernant l'acquisition, la structuration et la mobilisation des connaissances ont disparu des programmes de 2015. Seule une phrase succincte dans l'introduction de la partie sciences et technologie du cycle 3 évoque « la construction de savoirs et de compétences, par la mise en œuvre de démarches scientifiques [...] » (MEN, 2015, p. 184). Il paraît donc difficile pour un enseignant

de faire formellement le lien entre la mise en œuvre des DIS et la construction des savoirs conceptuels à travers les programmes scolaires.

De plus, différents auteurs mettent en évidence une diminution importante des savoirs en jeu au fur et à mesure du déroulement des séances de classe (Gandit, Triquet et Guillaud, 2013 ; Marlot et Morge, 2016 ; Triquet et Guillaud, 2016). En effet, certaines études montrent un affaiblissement de l'enjeu didactique initial. Il est possible d'observer un glissement vers un objet d'apprentissage scientifique moins dense en savoirs et un glissement vers des apprentissages plus transversaux (Marlot, 2009, Marlot et Ligozat, 2011 ; Marlot, 2016). Également, une étude révèle que, même lorsqu'une situation dans laquelle les élèves mettent en œuvre une DIS est construite par un formateur et explicitée par ce dernier aux enseignants qui l'expérimentent en classe (en insistant sur les enjeux épistémiques), un évanouissement des savoirs est observé (Marlot, 2016). Par conséquent, il ne suffit pas de présenter aux enseignants des situations déjà solidement construites pour que ceux-ci s'en emparent en cohérence avec les pratiques d'enseignement souhaitées par les épistémologues.

Cependant, les résultats de notre recherche ne montrent pas un évanouissement des savoirs conceptuels au fur et à mesure du déroulement de la séance, mais ils révèlent que les enseignants, dès leurs préparations de cours, ne prévoient pas de savoirs conceptuels visés. Ces enseignants préfèrent que leurs élèves acquièrent des habiletés, voire les DIS pour elles-mêmes.

Par ailleurs, le plan de rénovation des sciences et de la technologie (2000, cité par Marlot, 2016, p. 332) exprime la mise en garde suivante : « Il importe d'éviter la dérive du tout méthodologique où l'acquisition des connaissances devient un objectif mineur par rapport aux procédures utilisées [...] ». Cette

recommandation souhaite éviter les pratiques qui feraient appréhender les DIS uniquement comme des objets d'enseignement décontextualisés de tout enjeu didactique de savoirs conceptuels. Ce risque est également évoqué par Ginestié (2008) qui déclare que la forte orientation des prescriptions institutionnelles concernant les contenus à enseigner et la manière de les enseigner peut induire une dérive importante vers une structuration des activités des élèves prenant le pas sur une structuration des connaissances.

En outre, Araceli Ruiz-Primo et Furtak (2007) indiquent que, dans le contexte d'un enseignement basé sur l'investigation scientifique, les enseignants semblent se concentrer davantage sur les procédures que sur le processus de production de connaissances (développer l'explication scientifique). Dans la même idée, Coquidé et Flatter (2015) ainsi que Cross (2013) expriment que, dans les séances qu'ils ont observées aucun enseignant n'a procédé à une structuration des connaissances. Dans les entretiens réalisés par les auteurs, les enseignants ont déclaré avoir reporté ces phases à la séance suivante par manque de temps. Ces auteurs précisent qu'aucun des enseignants n'a choisi de présenter une séance de structuration des connaissances comme étant représentative d'une DIS. De plus, un enseignant explique que les phases de structuration sont davantage dirigées et ne sont donc pas représentatives d'une investigation. Coquidé et Flatter expliquent que la structuration des connaissances ne semblait pas être une priorité pour ces enseignants. Ils précisent que le vocabulaire employé par les enseignants pour évoquer les DIS (à titre d'exemple : hypothèse, expérience) est le même que celui formulé par les répondants à l'enquête réalisée par l'Ifé (Monod-Ansaldi *et al.*, 2011). D'autres travaux de recherche menés à travers des entretiens réalisés avec une douzaine d'enseignants suédois mettant en avant que ces derniers sont davantage préoccupés par les aspects pédagogiques des DIS et la compréhension des produits de la science que par les processus de l'investigation scientifique (Gyllenpalm *et al.*, 2010).

Les résultats des différentes études exposés ci-dessus tendent à montrer que les enseignants, lors de DIS, accordent moins d'importance aux savoirs conceptuels comparativement aux autres savoirs qui constituent la structure disciplinaire, tels que les habiletés. Néanmoins, les enseignants de ces études, contrairement à certains enseignants de notre échantillon, souhaitent quand même que leurs élèves acquièrent des savoirs conceptuels lors des DIS mises en œuvre en classe. Notre recherche met donc en évidence un élément nouveau dans les pratiques des enseignants de SVT français qui exercent au sein d'un collège : une tendance de certains d'entre eux à faire mettre en œuvre des DIS par leurs élèves en classe pour que ces derniers acquièrent des habiletés, voire les démarches elles-mêmes, les savoirs conceptuels étant « transmis » avant ou après les DIS.

Nous pensons qu'il est nécessaire de rompre avec des pratiques de classe dominées par une vision de l'investigation centrée sur l'exécution d'une suite de procédures et de ne plus enseigner de façon dissociée les DIS et les savoirs conceptuels. Ces pratiques ne reflètent pas la manière avec laquelle les sciences fonctionnent et, par conséquent, les modalités de production et de validation des savoirs (Windschitl *et al.*, 2008).

2.2 Les savoirs conceptuels préalablement acquis par les élèves non pris en compte par les enseignants

Les résultats de notre recherche indiquent que les enseignants de notre échantillon prennent peu en compte les savoirs disciplinaires préalablement acquis par leurs élèves, dans le cadre de DIS, et particulièrement les savoirs conceptuels. Par exemple, 17 % des enseignants interrogés déclarent articuler les DIS avec les autres savoirs disciplinaires au sein d'un processus linéaire sans savoir préalablement acquis par les élèves.

Selon Hasni et Samson (2007), pour que les élèves construisent des problèmes, les enseignants doivent tenir compte de différents éléments propres aux élèves qui peuvent devenir des obstacles : les représentations, les cadres de référence et les savoirs acquis précédemment (voir également, Hasni, 2011). « Bref, l'absence des savoirs nécessaires à la formulation du problème rend l'obstacle infranchissable par les élèves ; la présentation préalable des savoirs sur lesquels le problème est supposé déboucher enlève tout obstacle et éteint, par conséquent, tout désir de recherche » (Hasni, et Samson, 2007, p. 3). Dans le même sens, une étude récente de Luz, De Hosson et Décamp (2015) met en évidence que la production du savoir en sciences relève autant de la construction des problèmes que de leur résolution. De plus, elle montre qu'il est nécessaire pour les élèves (ici, les enseignants) de posséder des connaissances préalables et que, par conséquent, la situation proposée par l'enseignant (ici, le formateur) doit se trouver dans la zone proximale de développement (au sens de Vygotski). Par ailleurs, comme évoqué précédemment, la connaissance par un enseignant des savoirs conceptuels préalablement acquis par les élèves pourrait permettre à celui-ci d'adapter son degré de guidage lors de DIS.

Cependant, certaines études montrent que les élèves sont peu amenés à mobiliser des savoirs conceptuels dont ils disposent déjà (Marlot et Morge, 2016). De fait, lors de la construction des hypothèses, les enseignants font peu appel aux savoirs conceptuels soit déjà acquis par les élèves soit apportés par eux en amont ou au fur et à mesure du déroulement de l'investigation. Marlot (2008, 2009) évoque le risque de mettre en œuvre de DIS sans faire appel aux connaissances notionnelles des élèves et que ces démarches deviennent un apprentissage en soi.

Notre recherche, pour les savoirs conceptuels visés, révèle que des enseignants ne souhaitent pas nécessairement que leurs élèves mobilisent des savoirs conceptuels préalablement acquis lorsqu'ils mettent en œuvre des DIS. Les savoirs mobilisés sont, là encore, davantage des habiletés, les savoirs conceptuels

étant mobilisés à d'autres moments en dehors des DIS. Les enseignants évoquent soit des éléments externes aux élèves comme « des accroches » ou des « constats », soit des éléments internes comme « l'imagination » pour « donner un problème ». Cependant, ces différents éléments sont davantage là pour motiver les élèves à entrer dans « l'activité » que pour réellement formuler un problème. Ces résultats sont cohérents avec le fait que les enseignants formulent, finalement, eux-mêmes « le problème ».

Comment pouvons-nous expliquer l'ensemble de ces résultats ?

3. DES DIFFICULTES DE MISE EN ŒUVRE DES DIS AU MANQUE DE CONNAISSANCES EPISTEMOLOGIQUES DES ENSEIGNANTS

La volonté de mettre en place des investigations scientifiques au cœur de l'enseignement des sciences n'est pas récente :

Rendez votre élève attentif aux phénomènes de la nature, bientôt vous le rendrez curieux ; mais, pour nourrir sa curiosité, ne vous pressez jamais de la satisfaire. Mettez les questions à sa portée, et laissez-le les résoudre. Qu'il ne sache rien parce que vous le lui avez dit, mais parce qu'il l'a compris lui-même ; qu'il n'apprenne pas la science, qu'il l'invente. Si jamais vous substituez dans son esprit l'autorité à la raison, il ne raisonnera plus ; il ne sera plus que le jouet de l'opinion des autres. (Rousseau, 1762, cité par Marlot et Morge, 2016, p. 17)

Alors comment expliquer que ces démarches ne soient pas plus répandues dans les classes ? Et pourquoi certains enseignants de SVT en collège délaissent les savoirs conceptuels lorsqu'ils font mettre en œuvre ces démarches par leurs élèves ?

Les diverses difficultés rencontrées par les enseignants lorsqu'ils font mettre en œuvre des DIS par leurs élèves expliquent potentiellement une partie des résultats discutés précédemment. Cependant, les entrevues que nous avons réalisées avec les enseignants de notre échantillon nous indiquent que la piste concernant les connaissances épistémologiques des enseignants mérite d'être également explorée, et tout particulièrement la manière dont se construisent les savoirs scientifiques.

3.1 De nombreuses difficultés rencontrées par les enseignants

Comme exposé précédemment, les enseignants de notre échantillon ont déclaré seulement à 63 % faire mettre en œuvre en classe des DIS par leurs élèves. Nous retrouvons dans ce pourcentage aussi bien des enseignants du public que du privé, exerçant en ZEP ou non, des stagiaires, des enseignants titulaires ou des formateurs, ayant suivi une formation sur les DIS ou non, possédant une expérience importante ou non en collège et/ou en lycée et ayant été reçus à un concours ou non. Finalement, nous n'avons trouvé aucune relation significative entre toutes ces variables et le fait que les répondants aient exprimé faire mettre en œuvre des DIS.

Il semble que les difficultés de mise en œuvre des DIS rencontrées par les enseignants peuvent expliquer sa faible représentation dans les classes (Morge, 2016). De plus, Cariou (2011) rappelle que

la réalité de ce qui se déroule en classe appartient au professeur. Si une démarche d'investigation y est mise en œuvre, c'est parce qu'il en aura décidé ainsi. Si cela faisait beau temps que les enseignants voulaient, savaient et pouvaient aisément mettre en œuvre des démarches d'investigation, on voit mal pourquoi les instructions actuelles les y inciteraient dans des termes presque identiques à celles de 1968. (cité par Cariou 2013, p. 139)

Il faut reconnaître que l'implantation des DIS ne s'effectue pas sur un terrain culturellement vierge. Ainsi, ces démarches provoquent, par rapport à un enseignement classique des sciences, « un changement culturel profond qui bouscule violemment les pratiques, les croyances, les valeurs » (Calmettes, 2012, p. 11), en affectant aussi bien les enseignants que les élèves.

Calmettes (2013), dans la même étude citée précédemment sur l'analyse des rapports au savoir chez des enseignants stagiaires au sujet de la mise en œuvre des DIS, explique que certains éléments liés à l'exercice concret du métier sont considérés comme des obstacles à la mise en place des DIS par les enseignants stagiaires, mais également par les enseignants plus expérimentés (selon les stagiaires). Ces éléments, selon cet auteur, peuvent expliquer « un développement relativement faible des DIS (p. 216). Il s'agit notamment de la « lourdeur » du temps de préparation des séances de classe faisant appel à ces démarches, du manque de matériel et d'adaptation des programmes aux contraintes des DIS par rapport à la réalité du terrain, une gestion de classes hétérogènes difficile, accentuée par un nombre d'élèves trop important, des élèves peu intéressés par cette démarche et, également, des difficultés à gérer les incertitudes et les imprévus provoqués par les DIS (problématisation, proposition d'hypothèses, etc.). Il faut noter en outre que, suivant 19 % des stagiaires, les enseignants des établissements dans lesquels ils sont affectés jugent les DIS peu efficaces.

Ajoutons que ces difficultés que rencontrent les enseignants peuvent, elles aussi, expliquer cette forte prise en charge par ces derniers des différentes composantes des DIS. En effet, l'enseignant que nous avons observé et interviewé a déclaré qu'il aurait souhaité faire construire les problèmes à ses élèves, mais qu'il rencontre des difficultés concernant cette composante, notamment pour la création d'une situation problème.

Mathé (2010) a décrit quels sont les obstacles que les enseignants voient à la mise en œuvre « d'une démarche d'investigation ». Il s'agit d'obstacles liés aux particularités des DIS, d'obstacles liés aux élèves et d'obstacles liés aux contraintes didactiques. Les premiers correspondent à la création de conditions favorables à l'autonomie des élèves, à la maîtrise de la conception et de la mise en œuvre des DIS et à l'évaluation. Les seconds portent sur les capacités et le manque de motivation des élèves. Les derniers sont dus à des séances en classe entière et à l'aspect chronophage des DIS. Concernant ce dernier aspect, Coquidé et Flatter (2015) montrent eux aussi que les principales difficultés évoquées par les quatre enseignants de leur étude sont relatives à des contraintes de temps : « difficultés à finir le programme, contrainte horaire des séances avec une durée jugée insuffisante pour pouvoir mettre en œuvre des investigations, ce qui oblige à fractionner la démarche » (p. 41).

Cariou (2013), quant à lui, décrit les difficultés liées au contexte institutionnel (programmes, ressources, inspection académique), peu clair et parfois contradictoire que peuvent rencontrer les enseignants lorsqu'ils souhaitent faire mettre en œuvre des DIS en classe : « manque de définitions, contradictions, exemples officiels peu en conformité avec la trame de référence ou même de facture opposée : M. Durand peut à juste titre se demander si cette fameuse DI, on en veut vraiment » (p. 18). Cet auteur explique aussi que, même si cela n'est pas généralisable, certains inspecteurs « font obstacle » à la mise en œuvre des DIS. Il rejoint les auteurs cités précédemment en énonçant qu'un décalage existe entre les attentes officielles en termes de DIS et les conditions matérielles qui en permettraient la mise en œuvre. À ce propos, il évoque que le temps disponible est un problème majeur pour l'enseignant et que ce dernier peut considérer « qu'il s'agit là d'un luxe temporel qu'il ne peut s'offrir » (p. 20). C'est, de fait, l'inciter à teinter ses pratiques habituelles d'un vernis d'investigation en accompagnant les activités imposées d'un passage rapide par la sollicitation de questions ou l'inscription d'un problème au tableau. L'auteur conclut en déclarant que « les conditions ne sont pas réunies pour une promotion réelle de la DI, faute d'une

orientation générale sensible à travers à la fois les instructions, les inspections, les épreuves de recrutement des enseignants et leur formation » (p. 20). Dans la même idée, Coquidé et Flatter (2015) mettent en évidence que des enseignants de SVT français exerçant au collège rencontrent des difficultés quant à la mise en œuvre de « la démarche d'investigation » prescrite par les curricula français. Notamment en ce qui concerne l'autonomie des élèves préconisée : « Des difficultés de mise en œuvre en classe, analysées ici en termes d'organisations curriculaires strictes (programmes, durée des séances) se conciliant difficilement avec une souplesse et une ouverture qui seraient nécessaires à d'authentiques investigations » (Coquidé et Flatter, 2015, p. 47). Le décalage entre ce que l'institution demande ou recommande de faire et ce qu'il est réellement possible de faire en classe (lié aux contraintes et ressources de l'enseignement) constitue un obstacle à la mise en œuvre des DIS. Martinand (1983) parle de « référence » et de « possible ». Calmettes, évoquant ce même auteur, écrit :

Si l'on peut, selon l'auteur, légitimement tenter de référer les activités scientifiques à l'école à des activités scientifiques hors école, dans des milieux de recherche, de construction ou d'utilisation de concepts ou d'objets scientifiques ou technologiques (la référence), les conditions matérielles, cognitives et sociales des activités en classe (le possible) impliquent immédiatement une idée d'écart entre la référence et le possible. (Calmettes, 2012, p. 15)

Par ailleurs, l'une des difficultés à la mise en œuvre de ces démarches est liée à la diversité d'interprétation que font les enseignants lors de la lecture des curricula. En effet, selon leurs représentations du métier ou de leur discipline (Gess-Newsome, 2002 et Pélissier et Venturini, 2012), selon leurs expériences (Windschitl, 2003), selon leurs connaissances (Jameau, 2012) et selon leurs désirs conscients ou non, ils ne vont pas mettre en œuvre de la même façon leur enseignement. De leur côté, Venturini et Tiberghien (2012) montrent, concernant la mise en œuvre des programmes de sciences physiques et chimiques au collège par un enseignant débutant, à la fois le désir de celui-ci à satisfaire aux exigences institutionnelles et les difficultés qu'il rencontre, notamment en lien avec les rapports personnels qu'il entretient avec le savoir concerné.

D'autre part, Marlot et Morge (2016) explorent la piste des normes professionnelles à caractère doxique, comme source potentielle de difficultés. Ces normes professionnelles seraient construites collectivement, ancrées dans des principes issus de prescriptions primaires et secondaires qui leur confèrent leur légitimité. Les auteurs avancent que ces normes peuvent se compléter, se renforcer, allant jusqu'à donner pour l'enseignant une certaine cohérence à l'ensemble. Ils précisent que cette cohérence pourrait jouer comme une nécessité, car elle permettrait au professeur de gérer les différents dilemmes qui traversent l'acte d'enseignement (Wanlin et Crahay, 2012). Ainsi, cette nécessité de cohérence interne pourrait, de manière indirecte, orienter les choix réalisés par les enseignants, que ce soit lors de la préparation ou en classe.

L'ensemble des difficultés que nous venons d'exposer pourraient, au moins en partie, expliquer le fait que certains enseignants choisissent de ne pas faire mettre en œuvre des DIS dans leurs classes. Ces difficultés pourraient également apporter un éclairage au fait que les DIS observées sont toujours linéaires, très guidées et partiellement mises en œuvre par les élèves. Cependant, elles ne permettent pas d'appréhender totalement le choix des enseignants d'exclure les savoirs conceptuels lorsqu'ils font mettre en œuvre des DIS en classe par leurs élèves. En effet, les entrevues que nous avons réalisées avec certains enseignants de notre échantillon ont révélé une méconnaissance de leur part concernant le lien entre la reconstruction des savoirs conceptuels par les élèves et les DIS.

3.2 Les connaissances épistémologiques des enseignants

La dichotomie entre les DIS et les savoirs conceptuels, réalisée volontairement par certains enseignants participant à notre recherche, nous a permis de mettre en évidence une méconnaissance de ces derniers concernant les finalités éducatives des DIS et, plus généralement, une méconnaissance de la façon dont se construisent les savoirs scientifiques. En effet, décrites et véhiculées par les

programmes de cycle 3 et de cycle 4 portant sur l'enseignement des sciences et des SVT au collège comme des compétences à acquérir, les DIS sont parfois considérées par les enseignants comme des habiletés au même titre que savoir utiliser un microscope ou savoir réaliser un dessin d'observation. L'enseignant que nous avons observé et interviewé compare les DIS à un « raisonnement » que les scientifiques possèdent, à un « raisonnement d'adulte » utilisable dans différentes disciplines scolaires comme l'anglais ou le français.

De nombreux travaux de recherche se sont intéressés aux conceptions épistémologiques des enseignants (Nature of Science) pour expliquer les pratiques d'enseignement en sciences (Brickhouse, 1990 ; Désautels *et al.*, 1993 ; Richardson, 1996 ; Robardet et Guillaud, 1997 ; Lederman, 1999 ; Keys et Bryan, 2001). En effet, la mise en œuvre des DIS en classe diffère d'un enseignement transmissif. Les résultats de ces recherches mettent en évidence que de nombreux enseignants possèdent une vision « empirico-réaliste » de la science, considérant notamment l'observation comme première dans les DIS. Cela conduit par exemple les enseignants à donner la priorité à l'observation au détriment des savoirs conceptuels préalablement acquis par les élèves ou de la problématisation. Cette conception de la science s'oppose à celle de certains auteurs qui considèrent que les savoirs scientifiques ne sont pas inscrits dans la nature, mais qu'ils sont socio-construits par l'Homme à travers des DIS (Robardet et Guillaud, 1997). En réponse à ce constat, certains auteurs évoquent la possibilité de mettre en place des formations de façon à faire évoluer les conceptions des enseignants (Désautels et Larochelle, 1993 ; Morge et Doly ; 2014).

D'autres auteurs, s'appuyant sur Kennedy (2004) ou Clark et Peterson (1986), considèrent comme dépassée la controverse portant sur le lien entre les pratiques d'enseignement et les connaissances et croyances des enseignants. Ils estiment que ces deux éléments ne s'opposeraient pas, mais s'influenceraient réciproquement au sein d'un processus circulaire et qu'ils pourraient évoluer

indépendamment l'un de l'autre (Marlot et Morge, 2015). Venturini et Tiberghien (2012), tout comme Crahay *et al.* (2010), expliquent les difficultés rencontrées par les enseignants à partir des croyances et des connaissances que possèdent ces derniers.

On voit comment certaines croyances ou connaissances de cet enseignant, explicitées ici en termes de rapports personnels ou d'épistémologie pratique, constituent un filtre à l'égard des exigences et de la philosophie des nouveaux programmes, voire sont en tension ou en opposition avec elles, et en limitent donc pour l'instant considérablement la portée. Si ces connaissances ou croyances déterminent les pratiques, elles sont aussi en grande partie construites à partir de la pratique (Sensevy, 2007, p. 37) et sont donc liées pour une bonne part à l'institution « enseignement des sciences physiques et chimiques ». (Venturini et Tiberghien, 2012, p. 24)

Dans la même idée, Driel, Beijarrrd et Verloop (2001) indiquent que, bien que les enseignants perçoivent l'enseignement et l'apprentissage des sciences en adéquation avec les idées constructivistes, leurs pratiques d'enseignement effectives restent plus ou moins traditionnelles. De plus, les enseignants expérimentés montrent une évolution plus importante de leurs pratiques que de leurs conceptions (Luft, 2001).

Boilevin, Delserieys Pedregosa, Brandt-Pomares et Coupaud (2016) rapportent que les enseignants de leur étude ont une représentation incomplète des DIS. Ces enseignants ont notamment déclaré ne pas avoir modifié leur façon d'enseigner avec les DIS. Ces résultats interrogent les auteurs sur la compréhension des DIS par les enseignants.

D'autres travaux de recherche, comme ceux menés par Crawford (2007), examinent, à partir d'une étude de cas, le développement professionnel de futurs enseignants à propos des DIS. Parmi plusieurs facteurs supposés intervenir dans ce

développement, les croyances sur ce qu'est la science et sur son enseignement ont le plus d'influence, d'après cet auteur.

Ce constat met en évidence que la formation doit être centrée sur le développement du praticien réflexif en articulant davantage la formation épistémologique, pédagogique et didactique, et en effectuant des allers-retours avec la formation en milieu de pratique. Il nous semble toutefois nécessaire d'insister davantage sur la formation épistémologique.

4. LES PERSPECTIVES

Au terme du présent travail de recherche doctorale, nous identifions la pertinence de poursuivre d'autres études pour approfondir ou poursuivre le sujet ici traité. Au regard des résultats obtenus par cette étude, quelques pistes de recherche nous semblent importantes à dégager.

Certains résultats de notre recherche, tels que la dichotomie effectuée par les enseignants entre les DIS et les savoirs conceptuels, pouvant s'expliquer par un manque de connaissances des enseignants au sujet des références épistémologiques des DIS mises en œuvre en classe, il est indispensable de réaliser aujourd'hui un état des lieux des formations existantes afin d'envisager d'éventuelles évolutions de ces formations.

Tout d'abord, il serait pertinent de s'intéresser aux formations mises en place et reçues par les futurs enseignants au sein des organismes de formation à l'enseignement, les ESPE (écoles supérieures du professorat et de l'éducation) et les ISFEC (instituts supérieurs de Formation de l'Enseignement Catholique). En effet, les étudiants inscrits en Master MEEF (Métiers de l'Enseignement, de

l'Éducation et de la Formation) SVT reçoivent-ils une formation portant sur les DIS ? Combien d'heures constituent cette formation et surtout quel est son contenu ? Il serait notamment intéressant de voir si cette formation repose sur des références épistémologiques ou davantage sur des éléments d'ordre institutionnel comme les programmes scolaires. Les DIS sont-elles présentées sous une forme de procédure constituée d'étapes ? Ces formations prennent-elles appui sur de véritables analyses réflexives des futurs enseignants ?

Au-delà de la formation initiale des futurs enseignants, des travaux de recherche portant sur la formation continue sont tout aussi indispensables. En effet, les enseignants expérimentés interviennent auprès de futurs enseignants, soit en tant que formateurs, soit en tant que tuteurs terrain, soit en tant que collègues. Ces enseignants intervenant directement ou indirectement dans la formation des enseignants stagiaires ont un impact non négligeable sur les DIS que ces futurs enseignants vont faire mettre en œuvre à leurs élèves en classe. Il est donc souhaitable, là encore, d'étudier les modules de formation (contenu, durée, etc.) dispensés par les ESPE et les ISFEC au sujet des DIS, dans le cadre de la formation continue.

Les enseignants participant à notre recherche étant parfois des enseignants formateurs, il serait intéressant de réaliser des études sur les différents acteurs qui interviennent dans la formation initiale. Ces recherches pourraient notamment porter sur les conceptions et les pratiques des enseignants qui endossent le rôle de tuteur terrain ou qui interviennent en tant que formateur. Par ailleurs, les inspecteurs pédagogiques régionaux participant également à la formation des enseignants stagiaires, et des enseignants de façon générale, une étude sur leurs conceptions en lien avec les DIS paraît également primordiale.

Par ailleurs, les enseignants qui souhaitent se former peuvent avoir accès à des formations dispensées par d'autres organismes que les ESPE ou les IFEC. Il s'agit notamment de formations en ligne à travers les ressources disponibles pour les enseignants sur EDUSCOL, des MOOC, de vidéos réalisées par des enseignants ou des chercheurs, de formations effectuées par des associations d'enseignants, ou les maisons pour la science, etc. Etudier ces différentes formations apporterait un regard complémentaire aux précédentes recherches évoquées.

Dans le même sens, les enseignants s'appuient parfois sur un ou plusieurs manuels scolaires pour réaliser leurs préparations de séances. Il serait, par conséquent, utile d'étudier comment ces manuels évoquent les DIS ainsi que les autres savoirs composant la structure disciplinaire.

De même, il serait extrêmement intéressant de réaliser des études portant sur le poids que peuvent avoir chacune des formations sur l'élaboration du construit de DIS par les enseignants. Des études portant sur les différents savoirs (les savoirs issus de la recherche et les savoirs issus de l'expérience professionnelle) dispensés lors de la formation des enseignants de façon générale ont été réalisées (Perrenoud *et al.*, 2008). C'est pourquoi des travaux de recherche concernant plus spécifiquement la formation des enseignants de SVT, et tout particulièrement la formation sur les DIS, apporteraient un éclairage supplémentaire. Par exemple, est-ce les formations dispensées par l'ESPE ou celles effectuées par le tuteur terrain au fur et à mesure de l'année de Master 2 qui influencent le plus les conceptions et/ou la pratique d'un futur enseignant ? En outre, une étude longitudinale s'étalant sur plusieurs années et débutant avec des enseignants stagiaires pourrait apporter des éléments concernant l'évolution des conceptions et des pratiques de ces enseignants en lien avec les DIS.

Pour terminer, nous pensons qu'il est essentiel que tous ces éléments de formation et ces ressources qui peuvent influencer les conceptions et les pratiques des enseignants reposent sur les mêmes références épistémologiques, et que celles-ci soient enseignées de façon explicite et réflexive.

CONCLUSION

Différents textes institutionnels évoquent la place des démarches scientifiques dans l'éducation scientifique et technologique (Eurydice, 2006 ; National Research Council, 2000). Dans le même sens, ces démarches diffusent dans les curricula internationaux (Gouvernement du Québec, 2005), européens (Government of the United Kingdom, 2015) mais aussi français (Ministère de l'Éducation nationale, 2015).

Les démarches d'investigation font l'objet de très nombreux travaux de recherche comme le montrent notamment Bachtold (2012) ou Boilevin (2013a). Plus particulièrement, les travaux portant sur la mise en œuvre en classe des démarches d'investigation révèlent que celle-ci est variée (Coquidé et Flatter, 2015 ; Mathé, 2010). Nous notons également que la présence de savoirs préalables chez les élèves (Martinez Barrera, De Hosson et Décamp, 2015 ; Hasni et Samson, 2007) semble nécessaire à la mise en œuvre des démarches d'investigation, ainsi qu'à l'apprentissage de savoirs conceptuels nouveaux. Également, les résultats concernant les effets des démarches scientifiques sur l'apprentissage des élèves sont mitigés. En effet, les résultats de certaines études soulignent un effet globalement positif de ces démarches sur l'apprentissage de certains savoirs scientifiques par les élèves (Minner, Levy, et Century, 2009), alors que d'autres analyses mettent en évidence une tendance plutôt négative ou non significative des effets de ces démarches sur l'apprentissage des élèves (Klahr et Nigam, 2004). Néanmoins, les différents travaux de recherche cités ci-dessus tendent à montrer que ce n'est pas tant l'enseignement basé sur l'investigation qui engendre des effets à tendance négative sur l'apprentissage des élèves, mais plutôt le fait qu'il s'adresse peut-être à des élèves qui ne possèdent pas les connaissances suffisantes pour tirer les bénéfices d'un tel enseignement. En nous appuyant sur ce qui précède, nous avons

fait le choix d'étudier comment des enseignants français articulent les démarches d'investigation et les autres savoirs en sciences et technologie.

Notre travail de recherche doctorale repose sur un cadre articulant trois construits (figure 1) : les savoirs disciplinaires (Schwab, 1964 ; Martinand, 1994 ; Hasni, 2011), les démarches d'investigation (Minner *et al.*, 2009) et les pratiques d'enseignement (Lenoir et Vanhule, 2006 ; Lenoir et Esquivel, 2015). Nous considérons, au sein de la présente étude, les savoirs composant la structure disciplinaire, c'est-à-dire, les savoirs conceptuels, les habiletés, les attitudes et les démarches d'investigation. De plus, nous pensons que la construction de ces savoirs peut être vue comme un processus circulaire. Nous prenons également en compte différents éléments afin de caractériser les moments-clés des démarches d'investigation (DI) ; par exemple, la formulation d'un problème ou la planification d'un recueil de données. Nous retenons l'idée que les pratiques d'enseignement sont multidimensionnelles, complexes et qu'elles peuvent être analysées à travers différentes dimensions : (a) le quoi enseigner, (b) le pourquoi enseigner ce qui est enseigné, (c) le comment enseigner. Afin d'opérationnaliser ces différents éléments, nous avons conservé les concepts d'intervention éducative et de dispositifs. À partir de notre cadre, nous avons défini trois objectifs spécifiques de recherche :

- a) Identifier les savoirs composant la structure disciplinaire, ainsi que l'articulation des démarches d'investigation avec les autres savoirs privilégiés dans les pratiques d'enseignement mises en œuvre par les enseignants de S&T français.
- b) Identifier les dispositifs procéduraux et instrumentaux mis en œuvre par ces enseignants pour articuler les démarches d'investigation avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire.
- c) Clarifier l'étiologie éducative des enseignants de S&T associée à l'articulation des démarches d'investigation avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire.

Afin d'apporter des éléments de réponse à ces objectifs, nous avons mis en œuvre une recherche mixte de type séquentielle explicative et de nature descriptive qui a pris appui à la fois sur des pratiques d'enseignement déclarées et sur des pratiques d'enseignement observées. Les données ont été recueillies à partir de trois types d'instrumentation complémentaires : un questionnaire, des entrevues semi-dirigées et des observations. Le questionnaire a été transmis en ligne par l'intermédiaire de différents canaux et adressé aux enseignants de sciences de la vie et de la Terre qui exercent dans un collège en France métropolitaine. L'échantillon étudié, composé de 262 répondants, a été obtenu *a posteriori*. Les entrevues semi-dirigées, qui ont fait suite à l'analyse du questionnaire, ont été réalisées avec 7 enseignants volontaires issus des répondants au questionnaire. Ces entrevues visaient à approfondir certains éléments du questionnaire concernant le premier objectif, mais également à apporter des éléments de réponse au deuxième objectif. Deux observations de séance de classe ont ensuite été enregistrées avec un enseignant qui s'est déclaré volontaire lors de l'entrevue semi-dirigée. Ces observations ont permis d'illustrer les résultats obtenus à partir du questionnaire et des entrevues, et d'apporter des pistes de réflexion quant au dernier objectif. Les données issues des questions fermées du questionnaire ont été analysées à l'aide des logiciels SPSS®. Celles provenant des questions ouvertes ont été analysées suivant une double approche : lexicale (de quoi parle-t-on ?) avec le logiciel IRaMuTeQ et thématique (comment interpréter un contenu ?) en utilisant une grille construite *a priori*. Les données résultant des entrevues et des observations ont également été analysées selon une approche thématique.

Un des premiers résultats du présent travail de recherche doctorale est la proportion d'enseignants qui déclarent faire mettre en œuvre des DIS en classe par leurs élèves. Ce chiffre est de 63 %. Ces enseignants définissent les DIS en utilisant essentiellement deux termes : problème et hypothèse. Cependant, le problème semble être davantage formulé par l'enseignant que construit par les élèves, considérant majoritairement les DIS comme étant des démarches de résolution de problèmes. Les DIS mises en œuvre en classe sont généralement des démarches

hypothético-déductives de type expérimental et restent très guidées et linéaires. En effet, il semble possible de distinguer quatre profils différents correspondant à la forme du processus d'investigation scientifique mis en œuvre en classe : 1) un processus linéaire avec des doubles flèches démontrant la possibilité de retours en arrière entre les différentes composantes des DIS ; 2) un processus linéaire avec de simples flèches ; 3) deux processus linéaires distincts, l'un correspondant aux différentes composantes des DIS et l'autre mettant en avant une transmission des savoirs disciplinaires ; et enfin 4) un processus linéaire sans savoirs conceptuels préalablement acquis.

Par ailleurs, les résultats obtenus à partir de l'analyse de l'ensemble de nos données tendent vers une sous-représentation des savoirs conceptuels visés et mobilisés lors de mises en œuvre de DIS en classe. Les habiletés ou les attitudes souvent en lien avec les DIS semblent priorisées par les enseignants de notre étude. Ces enseignants ne souhaitent pas particulièrement que leurs élèves mobilisent des savoirs conceptuels lors de la formulation du problème. En outre, les savoirs conceptuels ne semblent pas nécessairement construits, ils sont parfois transmis par les enseignants. En conséquence, les DIS ne sont pas toujours articulées avec des savoirs conceptuels. Les enseignants souhaitent faire pratiquer des « démarches scientifiques » à leurs élèves pour développer leur esprit critique, leur motivation, leur faire acquérir des « capacités », donner du sens aux apprentissages ou encore pour la démarche elle-même. Il ne s'agit pas ici d'un évanouissement des savoirs conceptuels durant la séance du fait des difficultés concrètes rencontrées par les enseignants mais bien de la non-considération volontaire de ces savoirs dès la préparation des séances. De plus, certains enseignants de notre échantillon ne semblent pas réellement réaliser une articulation des DIS avec les autres savoirs disciplinaires.

Au-delà des résultats qui viennent d'être présentés, des pistes de réflexion peuvent être énoncées. Les observations réalisées dans deux classes de l'enseignant volontaire illustrent de façon forte les résultats obtenus à partir de l'analyse du questionnaire et des propos tenus par les enseignants interviewés et fournissent quelques idées explicatives quant aux visées éducatives des enseignants. En effet, l'ensemble de nos résultats ne peuvent exclusivement s'expliquer par les difficultés que rencontrent les enseignants. Certains enseignants pourraient, par manque de connaissances épistémologiques en lien avec la construction des savoirs en SVT, ignorer que l'objectif des DIS est la reconstruction de savoirs conceptuels et, par voie de conséquence, considérer les DIS comme une façon de raisonner, comme des habiletés, voire même des habiletés pluridisciplinaires (anglais, français, etc.).

Il serait alors pertinent de s'intéresser notamment à la formation initiale des enseignants dans le cadre du master MEEF, et tout particulièrement à l'articulation et à l'impact des savoirs issus de la recherche et des savoirs provenant de l'expérience professionnelle concernant les DIS.

Pour conclure, nous tenons à rappeler que le travail de recherche ici réalisé se veut une contribution à la description et à la compréhension de l'articulation des DIS et des autres savoirs disciplinaires à travers les pratiques d'enseignants de SVT exerçant au sein de collèges français. Cette recherche s'inscrit donc dans la lignée de ce que Marcel *et al.* (2002) qualifient de triples fonctions des recherches sur les pratiques d'enseignement. Il s'agit de produire de nouveaux savoirs relatifs aux pratiques en vue de construire des cadres de référence des pratiques observées (visée théorique) pouvant éventuellement être transposés en dispositifs de formation à l'enseignement (visée de formation) et, ainsi, contribuer à l'évolution des pratiques d'enseignement (visée opératoire).

En premier lieu, cette étude a mis en avant une double lecture des pratiques d'enseignement. En effet, cette thèse a mis en place un dispositif complexe d'analyse des pratiques qui repose, d'une part, sur l'analyse de données quantitatives (pratiques déclarées) et, d'autre part, sur l'analyse de données qualitatives (pratiques déclarées et observées) permettant d'accéder au sens que les enseignants donnent à leurs actions.

En second lieu, cette recherche permet de caractériser les DIS déclarées être mises en œuvre en classe (en collège français) par les enseignants. Elle met en évidence des démarches essentiellement hypothético-déductives de type expérimental, linéaires et très guidées. Elle montre également que les savoirs conceptuels sont quasiment absents lors de la mise en œuvre des DIS, qu'ils soient visés ou mobilisés. Les enseignants ne semblent pas nécessairement avoir compris les enjeux épistémologiques des DIS. L'ensemble de ces éléments doit alimenter la réflexion lors de la construction des modules de formation portant sur les DIS (formation initiale et continue).

Somme toute, si la présente recherche n'apporte pas de réponses définitives aux nombreuses questions qu'elle soulève, elle a permis d'enrichir les travaux de recherche déjà réalisés en didactique des sciences. Elle donne également l'opportunité de dégager des pistes théoriques, méthodologiques et pratiques au regard d'un objet souvent étudié, mais encore controversé : les démarches d'investigation scientifique. Avec la diffusion de certains des résultats obtenus au sein de revues scientifiques et professionnelles, nous espérons que cette thèse contribuera à la réflexion des chercheurs, des formateurs, des inspecteurs pédagogiques mais aussi des enseignants, en France et partout ailleurs où la formation à l'enseignement des sciences et l'analyse des pratiques sont devenues des enjeux majeurs pour la réussite des réformes éducatives en cours et se trouvent au cœur même de la recherche en éducation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Achard, P. (1991). Une approche discursive du questionnaire : l'exemple d'une enquête pendant la guerre d'Algérie. *Langage et société*, 55, 5-40.
- Aktouf, O. (1987). *Méthodologie des sciences sociales et approche qualitative des organisations (une introduction à la démarche classique et une critique)*. Québec : Presse de l'Université du Québec.
- Aguiar, O. G., Mortimer, E. F., et Scott, P. (2010). Learning from and responding to students' questions : The authoritative and dialogic tension. *Journal of research in science teaching*, 47(2), 174-193.
- Altet, M. (2000). Les dispositifs d'analyse des pratiques pédagogiques en formation d'enseignants : une démarche d'articulation pratique-théorie-pratique. In C. Blanchard-Laville et D. Fablet (dir.), *L'analyse des pratiques professionnelles* (p. 15-34). Paris : l'Harmattan.
- Altet, M. (2001). *Demande de création d'un réseau présentée au ministère de la Recherche, MSU-DS7. Réseau OPEN, réseau d'observation des pratiques enseignantes*. Nantes : Université de Nantes.
- Altet, M. (2002). Une démarche de recherche sur la pratique enseignante : l'analyse plurielle. *Revue française de pédagogie*, 138, 85-93.
- Altet, M. (2006). Les compétences de l'enseignant-professionnel : entre savoirs, schèmes d'action et adaptation, le savoir analyser. In L. Paquay, M. Altet, É. Charlier et P. Perrenoud (dir.), *Former des enseignants professionnels : Quelles stratégies ? Quelles compétences ?* (p. 27-40) (3^{ème} éd.). Bruxelles : De Boeck (1^{ère} éd. 2001).
- Amade-Escot, C. et Venturini, P. (2009). Le milieu didactique : d'une étude empirique en contexte difficile à une réflexion sur le concept. *Éducation et didactique*, 3(1), 7-42.
- American Association for the advancement of Science (AAAS) (1989). *Science for all Americans*. Project 2061. New York : Oxford University Press.
- Anderson, R. (2002). Reforming science teaching : What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Araújo-Oliveira, A. (2010). *Caractéristiques des pratiques d'enseignement en sciences humaines et sociales chez de futurs enseignants de l'enseignement*

primaire en contexte de formation en milieu de pratique au Québec. Thèse de doctorat en éducation. Université de Sherbrooke, Sherbrooke.

Astolfi, J.-P. (1985). *Processus d'apprentissage en sciences expérimentales*. Paris : INRP.

Astolfi, J.-P. (2005). Problèmes scientifiques et pratiques de formation. In O. Maulini et C. Montandon (dir.), *Les formes de l'éducation : Variété et variations* (p. 65-81). Belgique : De Boeck Université.

Astolfi, J.-P. (2008). *La saveur des savoirs*. Paris : ESF.

Astolfi, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y., et Toussaint, J. (2008). *Mots-clés de la didactique des sciences : repères, définitions, bibliographies*. Bruxelles : De Boeck université.

Astolfi, J.-P. et Develay, M. (2002). *Didactique des sciences*. Paris : Presses universitaires de France.

Astolfi, J.-P. et Peterfalvi, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, 16.

Astolfi, J.-P., Peterfalvi, B. et Vérin, A. (1998). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Paris : Retz.

Bachelard, G. (1977). *La formation de l'esprit scientifique : Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris : Librairie philosophique J. Vrin.

Bachelard, S. (1979). Quelques aspects historiques des notions de modèle et de justification des modèles. In P. Delattre et M. Thellier (dir.), *Élaboration et justification des modèles*. Paris : Maloine.

Bachelard, G. (1991). *Le nouvel esprit scientifique* (4^{ème} éd.). Paris : PUF.

Bächtold, M. (2012). Les fondements constructivistes de l'enseignement des sciences basé sur l'investigation. *Tréma*, 38, 6-39.

Bardin, L. (2007). *L'analyse de contenu*. Paris : PUF.

Barth, B.-M. (2000). L'enseignant, l'étudiant et la relation au(x) savoir(s) : Comment avons-nous appris ce que nous savons ? *Transversalités : revue de l'Institut catholique de Paris*, 74, 51-72.

Barth, B.-M. (2013). *L'apprentissage de l'abstraction*. Montréal : Chenelière éducation.

- Bartos, S. A. et Lederman, N. G. (2014). Teachers' knowledge structures for nature of science and scientific inquiry : Conceptions and classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(9), 1150-1184.
- Beorchia, F. (2005). Débat scientifique et engagement des élèves dans la problématisation : Cas d'un débat sur la commande nerveuse du mouvement en CM2 (10-11 ans). *Aster*, 40.
- Blanchard, M., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A. et Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability ? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616.
- Blanchard, M.R., Southerland, S.A. et Granger, E.M. (2009). No silver bullet for inquiry : Making senses of teacher change following an inquiry-based research experience for teachers. *Science Education*, 93(2), 322-360.
- Bloch, I. (1999). L'articulation du travail mathématique du professeur et de l'élève dans l'enseignement de l'analyse en 1re S ; détermination d'un milieu ; connaissances et savoirs. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2), 135-193.
- Boilevin, J.-M. (2005). Enseigner le physique par situation-problème ou par problème ouvert. *Aster*, 40, 13-39.
- Boilevin, J.-M. (2013a). *La rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants*. Bruxelles : De Boeck.
- Boilevin, J.-M. (2013b). La place des démarches d'investigation dans l'enseignement des sciences. In M. Grangeat (dir.), *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation* (p. 23-44). Grenoble : Presse universitaire de Grenoble.
- Boilevin, J.-M. (2017). La démarche d'investigation : simple effet de mode ou bien nouveau mode d'enseignement des sciences ? In M. Bächtold, V. Durand-Guerrier et V. Munier (coord.), *Epistémologie et didactique. Synthèses et études de cas en mathématiques et en sciences expérimentales*. Franche-Comté : PUFC
- Boilevin, J.-M., Brandt-Pomares, P., Givry, D. et Delserieys, A. (2012). L'enseignement des sciences et de la technologie fondé sur l'investigation : étude d'un dispositif collaboratif entre enseignants de collège et chercheurs en didactique. In B. Calmettes (dir.), *Didactique des sciences et démarches d'investigation : références, représentations, pratiques et formation*, (p. 214-234). Paris : L'Harmattan.
- Boilevin, J.-M., Delserieys, A., Brandt-Pomares, P. et Coupaud, M. (2016). Démarches d'investigation : histoire et enjeux. In C. Marlot et L. Morge

- (dir.), *L'investigation scientifique et technologique. Comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire* (p. 23-44). Rennes : Presse Universitaire de Rennes.
- Borg, W. et Gall, M. D. (1989). *Educational research. An Introduction*. New York, NY : Longman.
- Borko, H., Stecher, B. M., Alonzo, A. C., Moncure, S. et McClam, S. (2005). Artifact packages for characterizing classroom practice : a pilot study. *Educational assessment*, 10(2), 73-104.
- Borko, H., Jacobs, J., Eiteljorg, E. et Pittman, M. E. (2008). Video as a tool for fostering productive discussions in mathematics professional development. *Teaching and Teacher Education*, 24, 417-436.
- Bradburn, N. M., Sudman, S., et Wansink, B. (2004). *Asking questions : the definitive guide to questionnaire design--for market research, political polls, and social and health questionnaires*. San Francisco : John Wiley & Sons.
- Bressoux, P. (2001). Réflexions sur l'effet-maître et l'étude des pratiques enseignantes. *Les Dossiers des sciences de l'éducation*, 5, 35-52.
- Brickhouse, N. W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of teacher education*, 41, 53-62.
- Brophy, J. (2004). *Advances in research on teaching : Vol. 10. Using video in teacher education*. Oxford : Elsevier.
- Brossard, M. (2002). Approche socio-historique des situations d'apprentissage de l'écrit. In M., Brossard et J., Fijalkow, *Apprendre à l'école : perspectives piagetiennes et vygotskiennes*, (p. 37-50). France : Presse universitaire de Bordeaux.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 7(2), 33-115.
- Brousseau, G. (1990). Le contrat didactique : le milieu. *Recherches en didactique des mathématiques*, 9(9.3), 309-336.
- Bru, M. (2002). Pratiques enseignantes : des recherches à conforter et à développer. *Revue française de pédagogie*, 138, 63-73.
- Bru, M., Altet, M. et Blanchard-Laville, C. (2004). À la recherche des processus caractéristiques des pratiques enseignantes dans leurs rapports aux apprentissages. *Revue française de pédagogie*, 148, 75-87.
- Bru, M. et Talbot, L. (2001). Les pratiques enseignantes : une visée, des regards. *Les Dossiers des sciences de l'éducation*, 5, 9-33.

- Bruner, J. S. (1986). *Actual minds, possible worlds*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Bunge, M. (1973). *Method and matter*. Dordrecht-Holland : D. Deidel publishing compagny.
- Calmettes, B. (2009). Milieu didactique et démarches d'investigation. In *Actes du premier Colloque International de l'ARCD « Où va la didactique comparée »*, Genève : ARCD.
- Calmettes, B. (2010). Analyse pragmatique de pratiques ordinaires, rapport pragmatique à l'enseigner. Étude de cas : des enseignants experts, en démarche d'investigation en physique. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 2, 235-272.
- Calmettes, B. (2012). *Démarches d'investigation : références, représentations, pratiques et formation*. Paris : L'Harmattan.
- Calmettes, B. et Matheron, Y. (2015). Les démarches d'investigation et leurs déclinaisons en mathématiques, physique, sciences de la vie et de la Terre. *Recherches en éducation*, 21.
- Campbell, D. T. et Erdogan, I. (2005). A look at student action in the science classroom. *Science Education International*, 17(2), 101-113.
- Cardinet, A. (1995). *Pratiquer la médiation en pédagogie*. Paris : Dumond.
- Cariou, J.-Y. (2013). Démarches d'investigation : en veut-on vraiment ? Regard décalé et proposition d'un cadre didactique. *Recherche en didactique des sciences et des technologies*, 7, 137-166.
- Cariou, J.-Y. (2015). Quels critères pour quelles démarches d'investigation ? Articuler esprit créatif et esprit de contrôle. *Recherche en éducation*, 21, 2-33.
- Chalak, H. (2012). Problématisation et construction de textes de savoirs dans le domaine du magmatisme au collège. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 6, 119-160.
- Chen, W., Mason, S., Staniszewski, C., Upton, A. et Valley, M. (2012). Assessing the quality of teachers' teaching practices. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 24(1), 25-41.
- Chevallard, Y. (1997). Les savoirs enseignés et leurs formes scolaires de transmission : un point de vue didactique. *Skhôle*, 7, 45-64.

- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2), 221-265.
- Chin, C. (2006). Classroom interaction in science : Teacher questioning and feedback to students' responses. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1315-1346.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815-843.
- Chinn, C. A. et Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically Authentic Inquiry in Schools : A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Clark, C. M. et Peterson, P. (1986). Teachers' thought processes. *Handbook of research on teaching*, 255-296.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.
- Coles, A. (2013). Using video for professional development : The role of the discussion facilitator. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 16(3), 165-184.
- Collier, J. et Collier, M. (1986). *Visual anthropology : Photography as a research method*. Albuquerque, NM : University of New Mexico Press.
- Coquidé, M. et Flatter, E. (2015). D'une auto-prescription à une mise en œuvre d'investigation. Étude de cas en SVT au collège. *Recherche en éducation*, 21, 34-50.
- Coquidé, M., Fortin, C. et Rumelhard, G. (2009). L'investigation : fondements et démarches, intérêts et limites. *Aster*, 19, 5-78.
- Crahay, M., Wanlin, P., Issaieva, É. et Laduron, I. (2010). Fonctions, structuration et évolution des croyances (et connaissances) des enseignants. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, 172, 85-129.
- Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 613-642.
- Creswell, J.-W. (2003). *Research design : Qualitative, quantitative, and mixed method approaches* (2^e éd.). Thousand Oaks, CA : Sage Publications.
- Creswell, J.-W. (2014). *Research design : Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4^e éd.). Thousand Oaks, CA : Sage Publications.

- Creswell, J.-W. et Plano Clark, V.-L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3^{ème} ed.). London : Sage.
- Cristea, T. (2001). *Structures signifiantes et relations sémantiques en français contemporain*. Bucuresti : Editura Fundatiei România de Măine.
- Cross, D. (2013). Démarche d'investigation : analyse de pratique de classe au collège en mathématiques, physique-chimie et sciences de la vie et de la Terre, impliquées dans un travail collectif. In M. Grangeat (dir.), *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation : des formations et des pratiques de classe* (p. 185 -196). Grenoble : Presses universitaires de Grenoble.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific Literacy : Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of research in Science teaching*, 37(6), 582-601.
- De Bruyne, P., Herman, J. et De Schoutheete, M. (1974). *Dynamique de la recherche en sciences sociales*. Paris : Presses universitaires de France.
- De Ketele, J.-M. et Roegiers, X. (1991). *Méthodologie du recueil d'informations : fondements des méthodes d'observation, de questionnaires, d'interviews et d'étude de documents*. Bruxelles : De Boeck.
- Dell'Angelo M., Coquidé M. et Magneron, N. (2012). Statut de l'investigation dans des standards de l'enseignement scientifique : cas des USA, de la Suisse et de la France. In B. Calmettes (dir.), *Didactique des sciences et démarches d'investigation : références, représentations, pratiques et formation*, (p. 27-58). Paris : L'Harmattan.
- Department of Education, (2015). National curriculum in England : science programmes of study.
- Désautels, J., Larochelle, M., Gagne, B., et Ruel, F. (1993). La formation à l'enseignement des sciences : le virage épistémologique. *Didaskalia*, 1, 49-67.
- De Singly, F. d. (2016). *Le questionnaire* (4^{ème} ed.). Paris : A. Colin.
- Deslauriers, J. (1987). *Les méthodes de la recherche qualitative*. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Deslauriers, J.-P. (1991). *Recherche qualitative. Guide pratique*. Montréal : McGraw-Hill.
- De Vecchi, G. et Carmona-Magnaldi, N. (1996). *Faire construire des savoirs*. Paris : Hachette.

- De Vecchi, G. et Giordan, A. (1994). *L'enseignement scientifique. Comment faire pour que ça marche ?* Nice : Z'édicions.
- De Vecchi, G. et Giordan, A. (2002). *L'enseignement scientifique : Comment faire pour que « ça marche » ?* Paris : Delagrave Éditions.
- Dewey, J. (1995). Science as subject-matter and as method. *Science & Education*, 4(4), 391-398.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P. et Mortimer, E. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational researcher*, 23(7), 5-12.
- Dochy, F., Mein, S., Van Den Bossche, P. et Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning : A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13, 533-568.
- Doyle, W. (1986). Paradigmes de recherche sur l'efficacité des enseignants. In M. Crahay et D. Lafontaine (dir.), *L'art et la science de l'enseignement* (p. 435-481). Bruxelles : Éditions Labor.
- Driel, J.-H. et Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1255-1272.
- Duhem, P. (1989). *La théorie physique : Son objet, sa structure*. Paris : Librairie philosophique J. Vrin.
- Dumas Carré, A., et Weil-Barais, A. (1998). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Berlin : Peter Lang.
- Erdogan, I. et Campbell, T. (2008). Teacher questioning and interaction patterns in classrooms facilitated with differing levels of constructivist teaching practices. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1891-1914.
- Erickson, F. (1992). Ethnographic microanalysis of interaction. In M. Le-Compte, W. L. Millroy et J. Preissle (dir.), *The handbook of qualitative research in education* (p. 201-226). San Diego, CA : Academic Press
- Eurydice (2006). *L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. États des lieux des politiques et de la recherche*. Bruxelles : Commission européenne. Direction générale de l'Éducation et de la Culture.
- Eurydice (2011). *L'enseignement des sciences en Europe : politiques nationales, pratiques et recherche*. Bruxelles : Commission européenne. Direction générale de l'Éducation et de la Culture.
- Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : Presses universitaires de France.

- Fabre, M. et Musquer, A. (2009). Les inducteurs de problématisation. *Les Sciences de l'éducation-Pour l'Ère nouvelle*, 42(3), 111-129.
- Fabre, M. et Orange, C. (1997). Construction des problèmes et franchissements d'obstacles. *Aster*, 24, 37-57.
- Fallery, B. et Rodhain, F. (2007). *Quatre approches pour l'analyse de données textuelles : lexicale, linguistique, cognitive, thématique*. XVIème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique AIMS, 2007, Montréal, Canada.
- Feyerabend, P. (1975). *Contre la méthode-Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*. Paris : édition du Seuil.
- Fortin, M.-F. (1996). *Processus de la recherche. De la conception à la réalisation*. Montréal : Décarie Éditeur.
- Fortin, M.-F. et Gagnon, J. (2016). *Fondements et étapes du processus de recherche : Méthodes quantitatives et qualitatives* (3^e éd.). Montréal : Chenelière éducation.
- Fox, W. (1999). *Statistiques sociales*. Québec : les Presses de l'Université Laval.
- Friedrich, J. (2001). Quelques réflexions sur le caractère énigmatique de l'action. In J.-M. Baudouin et J. Friedrich (dir.), *Théories de l'action et éducation* (p. 93-112). Bruxelles : De Boeck.
- Furtak, E.-M., Seidel, T., Iverson, H. et Briggs, D.-C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching : a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.
- Fusulier, B. et Lannoy, P. (1999). Comment « aménager par le management ». *Hermès. Cognition, communication, politique*, 25, 181-198.
- Gage, N. G. (1986). Comment tirer un meilleur parti des recherches sur les processus d'enseignement ? In M. Crahay et D. Lafontaine (dir.), *L'art et la science de l'enseignement* (p. 411-433). Bruxelles : Éditions Labor.
- Gagné, G., Lazure, R., Sprenger-Charolles, L. et Ropé, F. (1989). *Recherche en didactique et acquisition du français langue maternelle* (Tome 1 – Cadre conceptuel, thésaurus et lexique des mots-clés). Bruxelles : De Boeck Université.
- Gagnon, Y. (2012). *L'étude de cas comme méthode de recherche* (2^e éd.). Québec : Presses de l'Université du Québec.

- Galili, I., et Hazan, A. (2000). Learners' knowledge in optics : interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57-88.
- Gall, J.-P., Gall, M.-D. et Borg, W.-R. (2005). *Applying educational research. A practical guide* (5^e éd.). New York, NY : Pearson Education Inc.
- Galtung, J. (1970). *Theory and Methods of Social Research*. London : George Allen et Unwin Ltd.
- Ganassali, S. et Moscarola, J. (2002). Protocoles d'enquête et efficacité des sondages par Internet. *Communication présentée aux Journées E-Marketing AFM / AIM Nantes*.
- Gaudin C. (2012). L'usage de la vidéo dans la formation professionnelle par et à l'observation : états des lieux des connaissances du domaine. In S. Ciavaldini-Cartaut (dir.), *Innover en formation : accompagner autrement les enseignants entrant dans le métier* (p. 121-135). Paris : L'Harmattan.
- Gandit, M., Triquet, E. et Guillaud, J.-C. (2012). Démarche d'investigation en science, démarche expérimentale en mathématiques : degré d'autonomie des élèves et des enseignants. In *Actes de colloque formes d'éducation et processus d'émancipation* (p. 6-15). Rennes.
- Gauthier, B. (2010). *Recherche sociale : de la problématique à la collecte des données*. Québec : Presses université du Québec.
- Gengarelly, L. M. et Abramas, E. D. (2009). Closing the gap : inquiry in research and in the secondary science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 74-84.
- Gerstner, S. et Bogner, F. X. (2010). Cognitive Achievement and Motivation in Hands-On and Teacher-Centred Science Classes : Does an additional hands-on consolidation phase (concept mapping) optimise cognitive learning at work stations ? *International Journal of Science Education*, 32(7), 849-870.
- Gess-Newsome, J. (2002). The use and impact of explicit instruction about the nature of science and science inquiry in an elementary science methods course. *Science et Education*, 11(1), 55-67.
- Gibson, H. L., et Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86(5), 693-705.
- Gijbels, D., Dochy, F., Van den Bossche, P. et Segers, M. (2005). Effects of problem-based learning : a meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research*, 75(1), 27-61.

- Ginestié, J. (2008). Gestepro : a scientific, technological, and vocational educational research laboratory. In J. Ginestié (dir.), *The cultural transmission of artefact, skills and knowledge : eleven studies in technologie education* (p. 3-6). Rotterdam : Sense Publishers.
- Giordan, A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Paris : Belin.
- Giordan, A et De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir : des conceptions des élèves aux concepts scientifiques*. Neuchâtel : Delachaux Niestlé.
- Giorgi, A. (1997). De la méthode phénoménologique utilisée comme mode de recherche qualitative en sciences humaines : théorie, pratique et évaluation. In J. Poupart, J.-P. Deslauriers, L.-H. Groulx, A. Laperrière, R. Mayer et A. Pirès (dir.), *La recherche qualitative. Enjeux épistémologiques et méthodologiques* (p. 341-364). Montréal : Gaëtan Morin.
- Godin, B., Gingras, Y. et Bourneuf, E. (1998). *Les indicateurs de culture scientifique et technique*. Sainte-Foy : Conseil de la science et de la technologie.
- Gouvernement du Québec (2005). *Guide d'accompagnement des programmes de sciences*. Québec : Ministère de l'Éducation, des Loisirs et du Sport.
- Government of the United Kingdom (2015). *National curriculum in England : science programmes of study*. England : Department for Education.
- Grangeat, M. (2011). Le travail collectif enseignant : éléments de modélisation du développement professionnel. In M. Grangeat (dir.), *Les démarches d'investigation dans l'enseignement scientifique. Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves* (p. 79-106). Lyon : École Normale Supérieure.
- Grangeat, M. (2013). *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation*. Grenoble : Presse universitaire de Grenoble.
- Grissom, A. N., Czajka, C. D. et McConnell, D. A. (2015). Revisions of physical geology laboratory courses to increase the level of inquiry : implications for teaching and learning. *Journal of Geoscience Education*, 63(4), 285-296.
- Guérin-Pace, F. (1997). La statistique textuelle. Un outil exploratoire en sciences sociales. *Population (édition française)*, 4(52), 865-887.
- Guichard, J. (1994). Réaction de J. Guichard à partir du texte de J.-C. Genzling et M.-A. Pierrard et de la grille de lecture de G. Ruhmelhard. In J.-L. Martinand et al. (dir.), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (p. 79-84). Paris : INRP.

- Gyllenpalm, J., Wickman, P.-O. et Holmgren S.-O. (2010). Teachers' language on scientific inquiry : methods of teaching or methods of inquiry ? *International Journal of Science Education*, 39(9), 1151-1172.
- Hacking, I. (1984). *Concevoir et expérimenter*. Paris : Bourgeois.
- Hamel, J. (1997). *Étude de cas et sciences sociales*. Montréal : Harmattan.
- Hasni, A. (2001). *Les représentations sociales d'une discipline scolaire, l'activité scientifique et de sa place au sein des autres disciplines formant le curriculum chez des instituteurs marocains*. Thèse de doctorat en éducation, Université de Sherbrooke, Québec.
- Hasni, A. (2005). La culture scientifique et technologique à l'école : de quelle culture s'agit-il et quelles conditions mettre en place pour la développer. In D. Simard et M. Mellouki (dir.). *L'enseignement profession intellectuelle* (p. 105-134). Québec : Les presses de l'université de Laval.
- Hasni, A. (2006). Statut des disciplines scientifiques dans le cadre de la formation par compétences à l'enseignement des sciences au secondaire. In A. Hasni, Y. Lenoir et J. Lebaume (dir.), *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire dans le contexte des réformes par compétences* (p. 121-156). Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.
- Hasni, A. (2011). Problématiser, contextualiser et conceptualiser en sciences : point de vue d'enseignants du primaire sur leur pratique de classe. In A. Hasni et G. Baillat. (dir.). *Pratiques d'enseignement des sciences et technologies : Regards sur la mise en œuvre des réformes curriculaires et sur le développement des compétences professionnelles des enseignants* (p. 105-40). Reims : Éditions et presses universitaires de Reims.
- Hasni, A., Belletête, V. et Potvin, P. (2018). *Les démarches d'investigation scientifique. Un outil de réflexion sur les pratiques de classe*. Université de Sherbrooke, CRIJEST-CREAS.
- Hasni, A. et Bousadra, F. (2018). Les démarches d'investigation scientifique dans les classes d'enseignants du secondaire au Québec : défis théoriques et pratiques. In A. Hasni, F. Bousadra et J. Lebeaume (dir), *Les démarches d'investigation scientifique et de conception technologique : Regards croisés sur les curriculums et les pratiques en France et au Québec*. Montréal : Groupédition Éditeurs.
- Hasni, A. et Bousadra, F. (collaborations : Belletête, V., Benabdallah, A., Corriveau, A., Dubé, C., Nicole, M.-C. et Roy, P.) (2015). L'étude des pratiques d'enseignement en sciences et technologies appliquée à un nombre élevé de séquences : choix, apports et défis méthodologiques. In Y. Lenoir (dir.), *Les méthodes d'analyse en action sur les pratiques d'enseignement :*

approches comparatives internationales (p. 191-222). Longueuil : Groupéditions Éditeur.

Hasni, A., Bousadra, F., Corriveau, A., Guillemette, C, El Bilani, R et Roy, P. (2009). *Cadre conceptuel et méthodologique pour l'analyse des pratiques d'enseignement en sciences et technologies*. Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences. Université de Sherbrooke.

Hasni, A. et Samson, G. (2007). Développer les compétences en gardant le cap sur les savoirs. Première partie : place de la problématisation dans les démarches à caractère scientifique. *Spectre*, 37(2), 26-29.

Hasni, A. et Samson, G. (2008). Développer les compétences en gardant le cap sur les savoirs. Deuxième partie : la diversité des démarches à caractère scientifique et leurs liens avec les savoirs disciplinaires. *Spectre*, 37(3), 22-25.

Hasni, A., Roy, P. et Dumais, N. (2016). The Teaching and Learning of Diffusion and Osmosis: What Can We Learn from Analysis of Classroom Practices ? A Case Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(6), 1507-1531.

Hempel, C. G. (1996). *Éléments d'épistémologie*. Paris : Colin.

Herron, M. (1971). The Nature of Scientific Enquiry. *The School Review*, 79(2), 171-212.

Hiebert, J., Gallimore, R., Garnier, H., Bogard Givvin, K., Hollingsworth, H., Jacobs, J., Miu-Ying Chui, A., Wearne, D., Smith, M., Kersting, N., Manaster, A., Tseng, E., Etterbeek, W., Gonzales, P. et Stigler, J. (2003). *Teaching mathematics in seven countries. Results from the TIMSS 1999 video study*. Washington, DC : US Department of Education, Institute of Education Sciences, National Center for Education Statistics (NCES).

Hodson D. (2006). Pour une approche plus critique du travail pratique en science à l'école. In A. Hasni, Y. Lenoir et J. Lebeaume (dir.), *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies dans le secondaire dans le contexte des réformes par compétences* (p. 59-95). Québec : presse de l'université du Québec.

Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M. et Mamlok - Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry - type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 791-806.

Howell, D. C. (1998). *Méthodes statistiques en sciences humaines*. Bruxelles : De Boeck Université.

- Hulin, M. (1992). *Le mirage et la nécessité. Pour une redéfinition de la formation scientifique de base*. Paris : Presses de l'ENS et palais de la découverte.
- Hume, D. (2002). *Enquête sur l'entendement humain*. Chicoutimi : J.-M. Tremblay.
- Jameau, A. (2012). *Les connaissances mobilisées par les enseignants dans l'enseignement des sciences : analyse de l'organisation de l'activité et de ses évolutions*. Thèse de doctorat. France : Université de Bretagne occidentale-Brest.
- Jameau, A. (2015). Les connaissances professionnelles des enseignants et leur évolution à travers une analyse de l'activité. Une étude de cas en physique au collège. *Éducation et Didactique*, 9(1), 9-31.
- Jameau, A. et Boilevin, J.-M. (2015). Les déterminants de la construction et de la mise en œuvre de démarches d'investigation chez deux enseignants de physique-chimie au collège. *Recherches en Éducation*, 21, 109-122.
- Jenkins, E. W. (1999). School science, citizenship and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21(7), 703-710.
- Johnson, R.-B. et Onwuegbuzie, A.-J. (2004). Mixed methods research : A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Johsua, S. et Dupin, J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : Presses universitaires de France.
- Karsenti, T. et Savoie-Zajc, L. (2011). *La recherche en éducation : étapes et approches* (3^{ème} éd.). Saint-Laurent : Renouveau pédagogique.
- Kennedy, M. (2004). Reform ideals and teachers' practical intentions. *Education policy analysis archives*, 12(13).
- Keys, C. W. et Bryan, L. A. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers : Essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 631-645.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. et Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational psychologist*, 41(2), 75-86.
- Klahr, D. et Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological science*, 15(10), 661-667.

- Kleinknecht, M. et Schneider, J. (2013). What do teachers think and feel when analyzing videos of themselves and other teachers thinking ? *Teaching and Teacher Education*, 33, 13-23.
- Kremer-Marietti, A. (1999). *Le projet anthropologique d'Auguste Comte*. France : Éditions L'Harmattan.
- Kuhn, T. (1962). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris : Flammarion.
- Kuhn, T. (1990). *La tension essentielle : tradition et changement dans les sciences*. Paris : Gallimard.
- Laborde, C., Coquidé, M. et Tiberghien, A. (2002). Les situations de formation en vue de l'apprentissage du savoir scientifique et mathématique. Des connaissances naïves au savoir scientifique. *Programme école et sciences cognitives*, 81-108.
- Larcher, C. (1994). Études comparatives de démarches de modélisation. Quelles sont les caractéristiques des démarches de modélisation ? In J.-L. Martinand et al. (dir.), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (p. 9-24). Paris : INRP.
- Larose, F. (1999). *Éléments de méthode pour l'objectivation des représentations et des pratiques d'utilisation du matériel didactique. Un exemple appliqué à la recherche*. GRIFE (Groupe de recherche sur l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement), Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke.
- Larose, F. et Lenoir, Y. (1998). La formation continue d'enseignants du primaire à des pratiques interdisciplinaires : résultats de recherches. *Revue des sciences de l'éducation*, 14(1), 189-228.
- Laudan, L. (1977). *La dynamique de la science*. Bruxelles : Pierre Madraga.
- Lebart, L. et Salem, A. (1994). *Statistique textuelle*. Paris : Dunod.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice : Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Wickman, P. O. et Lager-Nyqvist, L. (2007). *An international, systematic investigation of the relative effects of inquiry and direct instruction*. Sweden : European Science Education Research Association.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., Wickman, P. O. et Lager-Nyqvist, L. (2008). *An international, systematic investigation of the relative effects of inquiry and direct instruction : A replication study*. Baltimore : National Association for Research in Science Teaching,

- Lee, O., Buxton, C., Lewis, S. et LeRoy, K. (2006). Science inquiry and student diversity : enhanced abilities and continuing difficulties after an instructional intervention. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(7), 607-636.
- Lefrançois, R. (1991). *Dictionnaire de la recherche scientifique*. Lennoxville : Éditions Némésis.
- Lemke, J.L. (1990). *Talking science : Language, learning and values*. Norwood, NJ : Ablex.
- Lenoir, Y. (1996). Médiation cognitive et médiation didactique. In C. Raicky et M. Caillot (dir.), *Au-delà des didactiques, le didactique : débats autour de concepts fédérateurs* (p. 223-251). Bruxelles : De Boeck.
- Lenoir, Y. (2014). *Les médiations au cœur des pratiques d'enseignement-apprentissage. Une approche dialectique des fondements à leur actualisation en classe : éléments pour une théorie de l'intervention éducative*. Longueuil (QC) : Groupéditions.
- Lenoir, Y., et Esquivel, R. (2015). *Méthodes en acte dans l'analyse des pratiques d'enseignement : approches internationales*. Longueuil (QC) : Groupéditions Éditeurs.
- Lenoir, Y., Hasni, A., Lacourse, F., Larose, F., Maubant, P. et Zaid, A. (2012). *Guide d'accompagnement de la formation à la recherche. Un outil de réflexion sur les termes et expressions liés à la recherche scientifique*. Longueuil (QC) : Groupéditions Éditeur.
- Lenoir, Y., Larose, F., Deaudelin, C., Kalubi, J.-C. et Roy, G.-R. (2002). L'intervention éducative : clarifications conceptuelles et enjeux sociaux. Pour une reconceptualisation des pratiques d'intervention en enseignement et en formation à l'enseignement. *Esprit critique*, 4(4). Document accessible à l'adresse <<http://www.espritcritique.org/>>.
- Lenoir, Y., Maubant, P., Hasni, A., Lebrun, J., Zaid, A., Habboub, E. et al. (2007). *À la recherche d'un cadre conceptuel pour analyser les pratiques d'enseignement*. Rapport du CRIE et de la CRCIE n° 2. Sherbrooke : Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation.
- Lenoir, Y. et Vanhulle, S. (2006). Étudier la pratique enseignante dans toute sa complexité : une exigence pour la recherche et la formation à l'enseignement. In Hasni, A., Lenoir, Y., et Lebeaum, J. (Eds.), *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire dans le contexte des réformes par compétences* (p. 193-245). Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Lessard-Hébert, M., Goyette, G. et Boutin, G. (1995). *La recherche quantitative : fondements et pratiques*. Montréal : Éditions nouvelles.

- Linn, M. C., Davis, E. A. et Bell, P. (2004). *Internet environments for science education*. Etats-Unis : Erlbaum.
- Littlejohn, S.W. (1989). *Theories of Human Communication*. Belmont (CA) : Wadsworth Publishing Compagny.
- Luft, J. A. (2001). Changing inquiry practices and beliefs : The impact of an inquiry-based professional development programme on beginning and experienced secondary science teachers. *International Journal of Science Education*, 23(5), 517-534.
- Marcel, J.-F., Olry, P., Rothier-Bautzer, É. et Sonntag, M. (2002). Les pratiques comme objet d'analyse. Note de synthèse. *Revue française de pédagogie*, 138, 135-170.
- Marchand, P. (1998). *L'analyse du discours assisté par ordinateur : concepts, méthodes, outils*. Paris : A. Colin.
- Marlot, C. (2008). *Caractérisation des transactions didactiques. Deux études de cas à l'école élémentaire en découverte du monde vivant*. Thèse de doctorat en Sciences de l'éducation, Université de Rennes 2.
- Marlot, C. (2009). Glissement de jeu d'apprentissage scientifiques et épistémologie pratique de professeurs au CP. *Aster*, 49, 109-136.
- Marlot, C. et Morge, L. (dir.) (2016). *L'investigation scientifique et technologique. Comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- Martinand, J.-L. (1987). Modèles et simulations : en guise d'introduction. In A. Giordan et J.-L. Martinand (dir.), *Modèles et simulations* (p. 33-43). Actes des IXe Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique, U.E.R. de Didactique des disciplines, Universités Paris VII.
- Martinand, J.-L. (1983). Questions pour la recherche : la référence et le possible dans les activités scientifiques scolaires. In *actes du premier atelier international d'été de recherche en didactique de la physique* (p. 227-249). La Londe les Maures : CNRS.
- Martinand, J.-L. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : Institut national de recherche pédagogique.
- Martinand, J.-L. (1994). La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants. *Aster*, 19, 61-75.
- Martinand, J.-L. (2010). Schémas didactiques pour la modélisation en sciences et technologies. *Spectre*, 20-24.

- Martinez Barrera, L. H., De Hosson, C. et Décamp, N. (2015). Construire un problème : un premier pas vers l'investigation en sciences. Analyse d'une formation d'enseignants de primaire en contexte français et colombien. *Recherches en Éducation*, 21, 51-66.
- Mathé, S., Méheut, M. et De Housson, C. (2008). Démarche d'investigation au collège : quels enjeux ? *Didaskalia*, 32, 41-76.
- Mathé, S. (2010). *La démarche d'investigation dans les collèges français*. Thèse de doctorat, université de Paris Diderot-Paris 7, France.
- McCormick, R. (1997). Conceptual and Procedural Knowledge. *International journal of technology and design education*, 7(1), 141-159.
- Mehan, H. (1979). *Learning lessons*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Ministère de l'Éducation Nationale (MEN) (2004). *Programme de sciences et technologie du collège*. France : Ministère de l'éducation nationale.
- Ministère de l'Éducation Nationale (MEN) (2005). *Socle commun de connaissances et de compétences*. France : Ministère de l'éducation nationale.
- Ministère de l'Éducation Nationale (MEN) (2008). *Programme de sciences et technologie du collège*. France : Ministère de l'éducation nationale.
- Ministère de l'Éducation Nationale (MEN) (2013). *Socle commun de connaissances, de compétences et de culture*. France : Ministère de l'éducation nationale.
- Ministère de l'Éducation Nationale (MEN) (2015). *Programme de sciences et technologie du collège*. France : Ministère de l'éducation nationale.
- Ministère de l'Éducation Nationale (MEN) (2017). *Repères et références statistiques*. France : Ministère de l'éducation nationale.
- Ministère de l'Éducation Nationale (MEN) (2018). *Projet Cèdre sciences collège 2013*. France : Ministère de l'éducation nationale.
- Minner, D. D., Levy, A. J. et Century, J. (2009). Inquiry based science instruction. What is it and does it matter ? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Minstrell, J. (1992). Facets of students' knowledge and relevant instruction. In R. Duit, F. Goldberg et H. Niedderer (ed.), *Research in physics learning : Theoretical issues and empirical studies* (p. 110-128). Kiel : IPN.

- Monod-Ansaldi, R. et Prieur, M. (coord.) (2011). *Démarches d'investigation dans l'enseignement secondaire : représentations des enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie*. Rapport d'enquête IFÉ-ENS de Lyon.
- Morge, L. (2007). Modélisation des séquences d'apprentissage par investigation issues de la recherche en didactique des sciences physiques et chimiques. In L. Morge et J.-M. Boilevin, *Séquences d'investigation en physique-chimie au collège et au lycée*, Clermont-Ferrand : Scéren.
- Morge, L. et Doly, A.-M. (2014). L'enseignement de notion de modèle : quels modèles pour faire comprendre la distinction entre modèle et réalité ? *Spirale*, 52, 149-175.
- Morin, E. (1986). *La Méthode III. La connaissance de la Connaissance. Livre premier : Anthropologie de la connaissance*. Paris : Seuil.
- Morin, E. (1990). *Science avec conscience*. Paris : Seuil (1re éd. 1982).
- Mortimer, E. et Scott, P. (2000). Analysing discourse in the science classroom. In R. Millar, J. Leach et J. Osborne (eds.), *Improving science education : The contribution of research*. Buckingham, UK : Open University Press.
- Mortimer, E. F. et Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead, UK : Open University Press.
- National Research Council (NRC) (2000). *Inquiry and national science education standards*. Washington, DC : The National Academic Press.
- Nélisse, C. (1997). L'intervention : catégorie floue et construction de l'objet. In C. Nélisse (dir.), *L'intervention : les savoirs en action* (p. 17-43). Sherbrooke : Éditions GGC.
- Norman, D. (1994). Les artefacts cognitifs. In B. Conein, N. Dodier et L. Thévenot (dir.), *Les objets dans l'action* (p. 15-34). Paris : Éditions de l'EHESS.
- Not, L. (1987). *Enseigner et faire apprendre : éléments de psycho-didactique générale*. Toulouse : Privat.
- Organisation de Coopération et de Développement Économique (OCDE) (2007). *Les compétences en sciences, un atout pour réussir, Volume 1 Analyse des résultats*. Paris : OCDE.
- Ohlsson, S. (1996). Learning to do and learning to understand : A lesson and a challenge for cognitive modeling. In P. Reiman et H. Spada (dir.), *Learning in humans and machine* (p. 37-62). Oxford : Pergamon Elsevier Science.

- Orange, C. (1994). Les modèles, de la mise en relation au fonctionnement. In J.-L. Martinand et al. (dir), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (p. 25-43). Paris : Institut national de recherche pédagogique.
- Orange, C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les sciences de l'éducation. Pour l'ère nouvelle*, 38(3), 69-94.
- Orange, C. (2007). Quel milieu pour l'apprentissage par problématisation en sciences de la vie et de la Terre ? *Éducation et didactique*, 1-2, 37-56.
- Orange, C., Beorchia, F., Ducrocq, P. et Orange-Ravachol, D. (1999). « Réel de terrain », « réel de laboratoire » et construction de problèmes en sciences de la vie et de la Terre. *Aster*, 28, 107-129.
- Ostermeier, C., Prenzel, M. et Duit, R. (2009). Improving Science and Mathematics Instruction : The SINUS Project as an example for reform as teacher professional development. *International Journal of Science Education*, 32(3), 303-327.
- Park Rogers M.A. et Abell S.K. (2008). The design, enactment, and experience of inquiry-based instruction in undergraduate science education : a case study. *Science Education*, 92(4), 591-607.
- Parsons, T. (1964). *The Social System*. New York : The Free Press.
- Pastré, P. (2002). L'analyse du travail en didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie*, 138, 9-17.
- Pastré, P., Mayen, P. et Vergnaud, G. (2006). La didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, 154, 145-198.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T. et Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning : Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61.
- Peeters, H. et Charlier, P. (1999). Contributions à une théorie du dispositif. *Hermès. Cognition, communication, politique*, 25, 15-23.
- Pelissier, L. et Venturini, P. (2012). Qu'attendre de la démarche d'investigation en matière de transmission de savoirs épistémologiques ? In B. Calmettes (dir.), *Didactique des sciences et démarches d'investigation : références, représentations, pratiques et formation*, (p. 151-182). Paris : L'Harmattan.
- Perrenoud, P. (1999). Gestion de l'imprévu, analyse de l'action et construction de compétences. *Éducation permanente*, 140(3), 123-144.

- Piaget, J. (1992). *Biologie et connaissance*. Lausanne : Delachaux et Niestlé. (1^{er} éd. 1967).
- Piaget, J. et Inhelder, B. (1958). *La genèse de l'idée de hasard chez l'enfant*. Paris : Presses universitaires de France.
- Pinard, R., Potvin, P. et Rousseau, R. (2004). Le choix d'une approche méthodologique mixte de recherche en éducation. *Recherches qualitatives*, 24(1), 58-80.
- Pirie, S. E. B. (1996). Classroom video-recording : When, why and how does it offer a valuable data source for qualitative research ? *Communication présentée lors du congrès annuel du North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Panama City, 14 octobre.
- Popper, K. (1978). *La logique de la découverte scientifique*. Paris : Payot.
- Popper, K. (1997). *Toute vie est résolution de problèmes : Questions autour de la connaissance de la nature*. Arles, France : Actes Sud.
- Popper, K. (2006). *Conjectures et réfutations*. Paris : Payot.
- Potvin, P. et Hasni, A. (2013). Développer et implanter des interventions pédagogiques favorisant l'intérêt en science et technologie en se basant sur la recherche. *Spectre*, 43(1), 8-12.
- Poupart, J., Deslauriers, J.-P., Groulx, L.-H., Laperrière, A., Mayer, R. et Pires, A.P. (dir.) (1997). *La recherche qualitative : enjeux épistémologiques et méthodologiques*. Québec : Gaétan Morin.
- Prieur, M., Monod-Ansaldi, R. et Fontanieu, V. (2013). Réception des démarches d'investigation prescrites par les enseignants de sciences et de technologie. *Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies*, 7, 53-76.
- Quivy, R. et Van Campenhoudt, L. (1995). *Manuel de recherche en sciences sociales*. Paris : Dunod.
- Ratcliff, D. E. (1994). *Video and audio media in qualitative research*. Document accessible à l'adresse <<http://don.ratcliff.net/qual/>>.
- Reinert, M. (1983). Une méthode de classification descendante hiérarchique : application à l'analyse lexicale par contexte. *Les cahiers de l'analyse des données*, 8(2), 187-198.
- Rich, P. J. et Hannafin, M. (2009). Video annotation tools : Technologies to scaffold, structure, and transform teacher reflection. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 52-67.

- Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. *Handbook of research on teacher education*, 2, 102-119.
- Robardet, G. (2001). Quelle démarche expérimentale en classe de physique. *Bulletin de l'Union des physiciens*, 95(836), 1173-1190.
- Robardet, G. et Guillaud, J-C. (1997). *Eléments de didactique des sciences physiques. De la recherche à la pratique : théories, modèles, conceptions et raisonnement spontané*. Paris : Presses universitaires de France.
- Robert, A. et Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : Une double approche. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(4), 505-528.
- Rocard, M. (2007). *L'enseignement scientifique aujourd'hui : Une pédagogie renouvelée pour l'avenir de l'Europe*. Rapport de la Commission Européenne, Bruxelles.
- Rönnebeck, S., Bernholt, S. et Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground—A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161-197.
- Roth, W.-M. (1996). Teacher questioning in an open-inquiry learning environment : Interactions of context, content, and student responses. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(7), 709–736.
- Roy, P. (2010). *Manuels scolaires et savoirs disciplinaires en sciences et technologies : Résultats d'une analyse de la documentation scientifique*. Mémoire de maîtrise en éducation. Université de Sherbrooke, Sherbrooke.
- Ruphy, S. (2018). Regards philosophiques sur la question de la démarcation entre science et non-science aujourd'hui. *Recherches en Éducation*, 32, 10-17
- Ruiz-Primo, M. A. et Furtak, E. M. (2007). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 57-84.
- Savoie-Zajc, L. (1997). L'entrevue semi-dirigée. In B. Gauthier (dir.). *Recherche sociale : de la problématique à la collecte des données* (p. 263-285) (3^{ème} éd.). Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Savoie-Zajc, L. (2004). La recherche qualitative/interprétative en éducation. In T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation. Étapes et approches* (p. 124-150). Sherbrooke : Éditions du CRP (1^{er} éd. 2000).
- Savoie-Zajc, L. (2006). L'entrevue semi-dirigée. In B. Gauthier (dir.). *Recherche sociale : de la problématique à la collecte des données* (p. 293-316) (4^{ème} éd.). Québec : Presses de l'Université du Québec.

- Sawyer, R. K. (2004). Creative teaching : Collaborative discussion as disciplined improvisation. *Educational researcher*, 33(2), 12-20.
- Schwab, J. (1978). *Science, curriculum et liberal education : selected essay*. Chicago : University of Chicago Press.
- Schwab, J. (1962). Inquiry, the Science Teacher, and the Educator. *The School Review*, 68(2), 176-195.
- Schwab, J. (1964). Structure of the discipline. In G.W. Ford et L. Pugno (dir.), *The structure of knowledge and the curriculum* (p. 6-30). Chicago : Rand McNally et Compagny.
- Schwebel, M., Maher, C. A. et Fagley, N. S. (1990). Le rôle de la société dans le développement des fonctions cognitives. *Perspectives*, 10(3), 293-307.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F. et Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90(4), 605-631.
- Scott, P., Mortimer, E. et Ametller, J. (2011). Pedagogical link-making : A fundamental aspect of teaching and learning scientific conceptual knowledge. *Studies in Science Education*, 47(1), 3-36.
- Sensevy, G. et Mercier, A. (dir.). (2007). *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Belgique : De boeck.
- Settlage, J. (1995). Children's conceptions of light in the context of a technology-based curriculum. *Science Education*, 79, 535-553.
- Sinclair, J. et Coulthard, M. (1975). *Towards an analysis of discourse*. London : Oxford University Press.
- Smithenry, D. (2009). Integrating guided inquiry into a traditional chemistry curricular framework. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1689-1714.
- Sprenger-Charolles, L., Lazure, R., Gagné, G. et Ropé, F. (1987). Propositions pour une typologie de recherches. *Perspectives documentaires en sciences de l'éducation*, 11.
- Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique : l'apport de la psychologie cognitive*. Montréal : Éditions Logiques.

- Tardif, J. (1999). *Le transfert des apprentissages*. Montréal : Éditions Logiques.
- Tashakkori, A. et Teddlie, C. (2003). Issues and dilemmas in teaching research methods courses in social and behavioural sciences : US perspective. *International journal of social research methodology*, 6 (1), 61-77.
- Therriault, G. et Harvey, L. (2011). Postures épistémologiques que développent de futurs enseignants de sciences et de sciences humaines lors des cours de formation disciplinaire et pratique : l'apport d'une recherche mixte. *Recherches Qualitatives*, 30(2), 71-95
- Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and instruction*, 4, 71-87.
- Tiberghien, A. (2009). Réfléchir aux statuts des savoirs est primordial pour comprendre les sciences. *Prisme*, 48, 1-6.
- Tiberghien, A. et Malkoun, L. (2007). Différenciation des pratiques d'enseignement et acquisitions des élèves du point de vue du savoir. *Éducation et didactique*, 1(1), 29-54.
- Tiberghien, A. Malkoun, L. Buty, C., Souassy, N. et Mortimer, E. (2007). Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps. In G. Sensevy et A. Mercier (dir.), *Agir ensemble : L'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (p. 73-98). Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- Towers, J. (2007). Using video in teacher education. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 33(2).
- Triquet, É. et Guillaud, J.-C. (2016). Difficultés d'enseignants débutants dans la mise en œuvre de démarches d'investigation. In C. Marlot et L. Morge (dir.), *L'investigation scientifique et technologique. Comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire* (p. 105-118). Rennes : Presse Universitaire de Rennes.
- Vandendorpe, F. (1999). Un cadre plus normatif qu'il n'y paraît : les pratiques funéraires. *Hermès*, 25, 199-205.
- Van der Maren, J.-M. (1996). *Méthodes de recherche pour l'éducation* (Vol. 6). Belgique : De Boeck.
- Van der Maren, J.-M. (2003). La recherche appliquée en pédagogie. Des modèles pour l'enseignement (2^{ème} ed.). Bruxelles : De Boeck Université (1^{re} éd. 1999).

- Venturini, P. et Tiberghien, A. (2012). La démarche d'investigation dans le cadre des nouveaux programmes de sciences physiques et chimiques : étude de cas au collège. *Revue française de pédagogie*, 180(3), 95-120.
- Vergnaud, G., Pastré, P. et Mayen, P. (2006). La didactique professionnelle (note de synthèse). *Revue française de pédagogie*, 154, 145-198.
- Vinatier, I. et Pastré, P. (2007). Organismes de la pratique et/ou de l'activité enseignante. *Recherche et formation*, 56, 95-108.
- Vygotski, L. S. (1978). *Mind in society : The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Vygotski, L. S. (1985). *Pensée et langage*. Paris : Les Éditions Sociales. (1^{re} éd. 1934).
- Vygotski, L. S. (1997). *Pensée et langage*. Paris : La dispute.
- Wanlin, P. et Crahay, M. (2012). La pensée des enseignants pendant l'interaction en classe. Une revue de la littérature anglophone. *Éducation et didactique*, 6, 9-46.
- Watt, J. H. et Sjeff, A. Van Den Berg. (1995). *Research Methods for Communication Science*. Boston : Allyn and Bacon.
- Weisser, M. (2007). Le savoir, médiation entre les partenaires de la relation didactique. In E. Prairat (dir.), *La médiation : Problématiques, figures, usages* (p. 81-99). Nancy : Presses universitaires de Nancy.
- Willet, G. (1992). La modélisation. In G. Willett (dir.), *La communication modélisée : une introduction aux concepts, aux modèles et aux théories* (p. 24-47). Ottawa : Éditions du renouveau pédagogique.
- Wilson, C. D., Taylor, J. A., Kowalski, S. M. et Carlson, J. (2010). The relative effects and equity of inquiry based and commonplace science teaching on students' knowledge, reasoning, and argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 276-301.
- Windschitl, M. (2000). Supporting the development of science inquiry skills with special classes of software. *Educational technology research and development*, 48(2), 81-95.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education : What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice ? *Science Education*, 87(1), 112-143.

- Windschitl, M., Thompson, J. et Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method : Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.
- Yeh, Y-F, Jen, T.-H et Hsu, Y.-S (2012). Major Strands in Scientific Inquiry through Cluster Analysis of Research Abstracts. *International Journal of Science Education*, 34(18), 2811-2842.
- Zaid, A. (2004). *Problèmes didactiques d'usage et de constitution d'une documentation et d'une assistance pédagogique en ligne pour des ingénieurs en formation en alternance*. Thèse de Doctorat en sciences de l'éducation, École normale supérieure de Cachan.
- Zhang, M., Lundeberg, M., Koehler, M. J. et Eberhardt, J. (2011). Understanding affordances and challenges of three types of video for teacher professional development. *Teaching and Teacher Education*, 27, 454-462.

ANNEXES

ANNEXE A : GRILLE D'ANALYSE DE LA DOCUMENTATION SCIENTIFIQUE (POUR NOTRE PROBLEMATIQUE)

1-Caractéristiques de l'écrit	-Référence
	-Origine de l'auteur
	-Nature de l'écrit
2-Caractéristiques de la recherche	-Lieu géographique
	-Niveau scolaire
	-Domaine disciplinaire
	-Échantillon
	-Acteurs étudiés
	-Question de recherche/objectif
	-Cadre de référence
3-Description du terme de « démarche d'investigation »	-Méthode
	-Dénomination retenue
4-Justifications avancées pour recourir aux démarches d'investigation scientifique	-Définition
5-Résultats de la recherche	
6-Critiques ou limites des démarches d'investigation scientifique	
7-Commentaires personnels	

ANNEXE B : SCHEMAS REPESENTANT LES DIFFERENTES FORMES DE PROCESSUS D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE

Schéma 1 : Forme circulaire

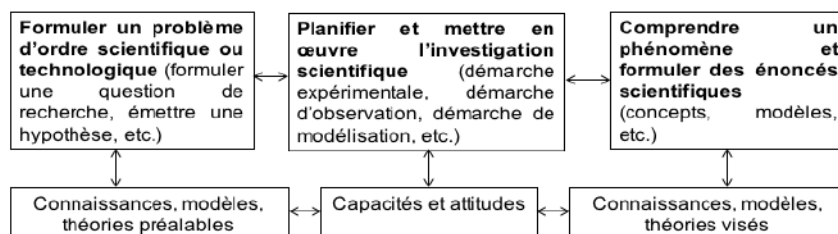


Schéma 2 : Forme linéaire 1

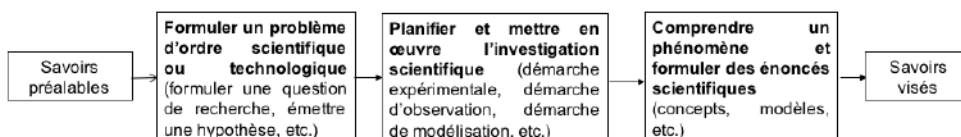


Schéma 3 : Forme linéaire 2 (deux processus séparés)

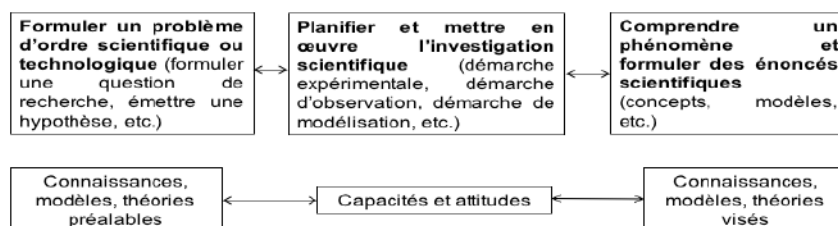
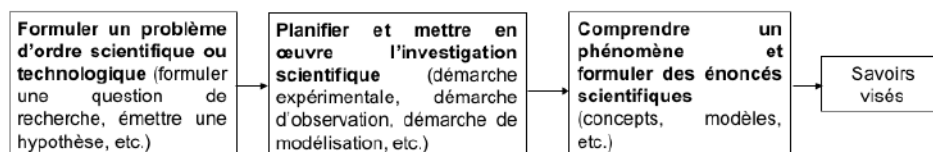


Schéma 4 : Forme linéaire 3 (sans savoir préalablement acquis)



ANNEXE C : LE QUESTIONNAIRE

Questionnaire : articulation des DIS avec les autres savoirs disciplinaires

Invitation à participer à un projet de recherche

Intitulé du projet : Étude de l'articulation entre les démarches d'investigation et les autres savoirs composant la structure disciplinaire à travers des pratiques d'enseignement.

Auteur : Séverine PERRON, Université Bretagne Occidentale (UBO), Université de Sherbrooke (UdeS)

Dirigée par : Abdelkrim Hasni Université de Sherbrooke (UdeS) et Jean-Marie Boilevin (UBO)

Madame,

Monsieur,

Nous vous invitons à participer à la recherche en titre en complétant le présent questionnaire.

Pour éviter votre identification comme personne participante à cette recherche, les données recueillies par cette étude seront traitées de manière **entièrement confidentielle**.

La participation à cette étude se fait sur une base volontaire. Vous êtes **entièrement libre de participer ou non**, et de vous retirer en tout temps sans avoir à motiver votre décision ni à subir de préjudice de quelque nature que ce soit.

Votre participation à ce projet de recherche contribue à l'avancement des connaissances au sujet des démarches d'investigation en sciences et technologie.

Si vous avez des questions concernant ce projet de recherche, n'hésitez pas à communiquer avec la chercheuse aux coordonnées indiquées ci-dessous :

Ce projet a été revu et approuvé par le comité d'éthique de la recherche Éducation et sciences sociales, de l'Université de Sherbrooke. Cette démarche vise à assurer la protection des participantes et participants. Si vous avez des questions sur les aspects éthiques de ce projet (consentement à participer, confidentialité, etc.), n'hésitez pas à communiquer avec M. Eric Yergeau, président de ce comité, par l'intermédiaire de son secrétariat au numéro suivant : , ou par courriel à :

Il y a 29 questions dans ce questionnaire

Caractéristiques personnelles

[] Quel est votre sexe ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ Féminin
☐ Masculin

[] Quel est votre âge ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ Entre 20 et 25 ans
☐ Entre 26 et 35 ans
☐ Entre 36 et 45 ans
☐ Entre 46 et 55 ans
☐ Plus de 55 ans

[] Quelle(s) est(sont) votre (vos) fonction(s) actuelle(s) ? *

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- ☐ Enseignant stagiaire
☐ Enseignant
☐ Formateur
☐ Autre:

[] Avez-vous suivi, au cours des dix dernières années, un enseignement portant sur les démarches d'investigation lors de votre formation initiale et/ou lors d'une formation continue (précisez la durée) ? *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Moins de 5h	Entre 5 et 10h	Plus de 10h
Lors de ma formation initiale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lors d'une formation continue	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[] Combien d'années d'expérience d'enseignement des SVT avez-vous ? *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Aucune	Moins de 3 ans	Entre 3 et 9 ans	Entre 10 et 13 ans	Entre 14 et 20 ans	Plus de 20 ans
Au Collège	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Au lycée	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[] Avez-vous été reçu à un ou plusieurs concours de recrutement d'enseignants ? *

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- ☐ Capes EXT/CAFEP
☐ Capes INT/CAER
☐ Agrégation EXT
☐ Agrégation INT/CAERPA
☐ Autre concours
☐ Sans concours

[] Dans quel type d'établissement enseignez-vous actuellement ? *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ Public
- ☐ Privé sous contrat
- ☐ Autre

[] L'établissement dans lequel vous enseignez actuellement est-il classé en zone d'éducation prioritaire (ZEP) ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Public' à la question '7 [P1q7]' (Dans quel type d'établissement enseignez-vous actuellement ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ Oui
- ☐ Non

Les démarches d'investigation

Les questions qui suivent portent sur les démarches d'investigation. Nous précisons qu'il ne s'agit pas uniquement des démarches d'investigation prescrites par l'institution au travers des programmes scolaires mais des démarches à caractère scientifique au sens large.

[] Les contraintes inhérentes à la classe et/ou à l'établissement scolaire (hétérogénéité des élèves, durée des cours, matériel, etc.) vous permettent-elles de faire mettre en oeuvre entièrement ou partiellement des démarches d'investigation par vos élèves ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ Oui
- ☐ Non

[] Pour quelle(s) raison(s) faites-vous mettre en oeuvre des démarches d'investigation par vos élèves ? *

Répondez à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question '9 [P2q1]' (Les contraintes inhérentes à la classe et/ou à l'établissement scolaire (hétérogénéité des élèves, durée des cours, matériel, etc.) vous permettent-elles de faire mettre en oeuvre entièrement ou partiellement des démarches d'investigation par vos élèves ?)

Veuillez écrire votre réponse ici :

[] À quelle fréquence estimez-vous faire mettre en oeuvre en classe des démarches d'investigation par vos élèves ? *

Répondez à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question '9 [P2q1]' (Les contraintes inhérentes à la classe et/ou à l'établissement scolaire (hétérogénéité des élèves, durée des cours, matériel, etc.) vous permettent-elles de faire mettre en oeuvre entièrement ou partiellement des démarches d'investigation par vos élèves ?)

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ Moins de 15% des séances d'une année scolaire
- ☐ Entre 16 et 30% des séances d'une année scolaire
- ☐ Entre 31 et 45% des séances d'une année scolaire
- ☐ Entre 46 et 60% des séances d'une année scolaire
- ☐ Entre 61 et 75% des séances d'une année scolaire
- ☐ Plus de 75% des séances d'une année scolaire

[] Donnez une courte définition qui selon vous caractérise le mieux les démarches d'investigation que vous faites mettre en oeuvre par vos élèves en classe ? *

Répondez à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question '9 [P2q1]' (Les contraintes inhérentes à la classe et/ou à l'établissement scolaire (hétérogénéité des élèves, durée des cours, matériel, etc.) vous permettent-elles de faire mettre en oeuvre entièrement ou partiellement des démarches d'investigation par vos élèves ?)

Veuillez écrire votre réponse ici :

[] Lors de votre enseignement considérez-vous les démarches d'investigation comme : *

Répondez à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question '9 [P2q1]' (Les contraintes inhérentes à la classe et/ou à l'établissement scolaire (hétérogénéité des élèves, durée des cours, matériel, etc.) vous permettent-elles de faire mettre en oeuvre entièrement ou partiellement des démarches d'investigation par vos élèves ?)

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Complètement d'accord	Plutôt d'accord	Ni en accord ni en désaccord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
Une démarche permettant aux élèves de construire des savoirs nouveaux	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Un savoir que les élèves doivent acquérir	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Une méthode d'enseignement	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Une démarche permettant aux élèves de réaliser des expériences	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Une démarche permettant aux élèves de mobiliser des savoirs préalablement acquis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Une démarche permettant aux élèves d'appliquer des savoirs déjà enseignés	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Une démarche permettant aux élèves de résoudre un/des problème(s)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Une démarche permettant aux élèves de construire un/des problème(s)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Une démarche favorisant l'autonomie des élèves	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Une démarche favorisant le travail en équipe des élèves	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Complètement d'accord	Plutôt d'accord	Ni en accord ni en désaccord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
Une démarche favorisant l'esprit critique des élèves	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[]Quelles sont les composantes des démarches d'investigation que vos élèves mettent en oeuvre ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :
La réponse était 'Oui' à la question '9 [P2q1]' (Les contraintes inhérentes à la classe et/ou à l'établissement scolaire (hétérogénéité des élèves, durée des cours, matériel, etc.) vous permettent-elles de faire mettre en oeuvre entièrement ou partiellement des démarches d'investigation par vos élèves ?)

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Toujours	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais
Formuler un problème scientifique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Proposer une ou des hypothèse(s)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Concevoir et réaliser une ou des expérience(s)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Interpréter des résultats	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Communiquer sur ses démarches et ses résultats	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Démarches d'investigation et savoirs à acquérir par les élèves

[] Quel(s) type(s) de savoir souhaitez-vous que vos élèves **acquière**nt lorsqu'ils mettent en oeuvre des démarches d'investigation? *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Toujours	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais
CONNAISSANCES (exemples : les échanges gazeux réalisés par les organes, la décomposition de la matière organique, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CAPACITÉS (exemples : utiliser un microscope, réaliser un schéma, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ATTITUDES (liées à la discipline, exemples : sécurité, esprit critique)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ÉLÉMENTS DES DÉMARCHES D'INVESTIGATION (exemple : savoir émettre une hypothèse)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[] Au niveau de quelle(s) composante(s) des démarches d'investigation souhaitez-vous que vos élèves **acquière**nt des connaissances (exemple : les échanges gazeux réalisés par les organes) : *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était pas 'Jamais' à la question '15 [P3q1]' (Quel(s) type(s) de savoir souhaitez-vous que vos élèves acquière

nt lorsqu'ils mettent en oeuvre des démarches d'investigation? (CONNAISSANCES (exemples : les échanges gazeux réalisés par les organes, la décomposition de la matière organique, etc.)))

- Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :
- ☐ Formuler un problème scientifique
 - ☐ Proposer une ou des hypothèse(s)
 - ☐ Concevoir et réaliser une ou des expériences
 - ☐ Interpréter des résultats
 - ☐ Communiquer sur ses démarches et ses résultats

[] Au niveau de quelle(s) composante(s) des démarches d'investigation souhaitez-vous que vos élèves **acquière**nt des capacités (exemple : utiliser un microscope) : *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était pas 'Jamais' à la question '15 [P3q1]' (Quel(s) type(s) de savoir souhaitez-vous que vos élèves acquière

nt lorsqu'ils mettent en oeuvre des démarches d'investigation? (CAPACITÉS (exemples : utiliser un microscope, réaliser un schéma, etc.)))

- Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :
- ☐ Formuler un problème scientifique
 - ☐ Proposer une ou des hypothèse(s)
 - ☐ Concevoir et réaliser une ou des expérience(s)
 - ☐ Interpréter des résultats
 - ☐ Communiquer sur ses démarches et ses résultats

[] Au niveau de quelle(s) composante(s) des démarches d'investigation souhaitez-vous que vos élèves **acquière**nt des attitudes (exemples : sécurité, esprit critique) : *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était pas 'Jamais' à la question '15 [P3q1]' (Quel(s) type(s) de savoir souhaitez-vous que vos élèves acquière

nt lorsqu'ils mettent en oeuvre des démarches d'investigation? (ATTITUDES (liées à la discipline, exemples : sécurité, esprit critique)))

- Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :
- ☐ Formuler un problème scientifique
 - ☐ Proposer une ou des hypothèse(s)
 - ☐ Concevoir et réaliser une ou des expérience(s)
 - ☐ Interpréter des résultats
 - ☐ Communiquer sur ses démarches et ses résultats

[] Au niveau de quelle(s) composante(s) des démarches d'investigation souhaitez-vous que vos élèves **acquière**nt des éléments liés aux démarches d'investigation (exemple : savoir émettre une hypothèse) : *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était pas 'Jamais' à la question '15 [P3q1]' (Quel(s) type(s) de savoir souhaitez-vous que vos élèves acquière

nt lorsqu'ils mettent en oeuvre des démarches d'investigation? (ÉLÉMENTS DES DÉMARCHES D'INVESTIGATION (exemple : savoir émettre une hypothèse)))

- Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :
- ☐ Formuler un problème scientifique
 - ☐ Proposer une ou des hypothèse(s)
 - ☐ Concevoir et réaliser une ou des expérience(s)
 - ☐ Interpréter des résultats
 - ☐ Communiquer sur ses démarches et ses résultats

Démarches d'investigation et savoirs préalablement acquis par les élèves

Ces savoirs peuvent avoir été acquis en classe (environnement scolaire) ou à l'extérieur de la classe (environnement familiale, etc.).

[] Lorsque vos élèves mettent en oeuvre des démarches d'investigation souhaitez-vous qu'ils mobilisent des savoirs préalablement acquis ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ Toujours
☐ Souvent
☐ Parfois
☐ Rarement
☐ Jamais

[] Quels types de savoirs préalablement acquis souhaitez-vous que vos élèves mobilisent lorsqu'ils mettent en oeuvre des démarches d'investigation ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était pas 'Jamais' à la question '20 [P4q1]' (Lorsque vos élèves mettent en oeuvre des démarches d'investigation souhaitez-vous qu'ils mobilisent des savoirs préalablement acquis ?)

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Toujours	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais
CONNAISSANCES (exemples : échanges gazeux réalisés par les organes, décomposition de la matière organique, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ATTITUDES (liées à la discipline, exemples : sécurité, esprit critique, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ÉLÉMENTS DES DÉMARCHES D'INVESTIGATION (exemple : savoir émettre une hypothèse)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CAPACITÉS (exemples : utiliser un microscope, réaliser un schéma, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[] Au niveau de quelle(s) composante(s) des démarches d'investigation souhaitez-vous que vos élèves mobilisent des connaissances préalablement acquises (exemple : échanges gazeux réalisés par les organes) : *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était pas 'Jamais' à la question '20 [P4q1]' (Lorsque vos élèves mettent en oeuvre des démarches d'investigation souhaitez-vous qu'ils mobilisent des savoirs préalablement acquis ?) et La réponse n'était pas 'Jamais' à la question '21 [P4q2]' (Quels types de savoirs préalablement acquis souhaitez-vous que vos élèves mobilisent lorsqu'ils mettent en oeuvre des démarches d'investigation ? (CONNAISSANCES (exemples : échanges gazeux réalisés par les organes, décomposition de la matière organique, etc.)))

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- ☐ Formuler un problème scientifique
☐ Proposer une ou des hypothèse(s)
☐ Concevoir et réaliser une ou des expérience(s)
☐ Interpréter des résultats
☐ Communiquer sur ses démarches et ses résultats

[] Au niveau de quelle(s) composante(s) des démarches d'investigation souhaitez-vous que vos élèves mobilisent des capacités préalablement acquises (exemple : utiliser un microscope) : *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était pas 'Jamais' à la question '20 [P4q1]' (Lorsque vos élèves mettent en oeuvre des démarches d'investigation souhaitez-vous qu'ils mobilisent des savoirs préalablement acquis ?) et La réponse n'était pas 'Jamais' à la question '21 [P4q2]' (Quels types de savoirs préalablement acquis souhaitez-vous que vos élèves mobilisent lorsqu'ils mettent en oeuvre des démarches d'investigation ? (CAPACITÉS (exemples : utiliser un microscope, réaliser un schéma, etc.)))

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- ☐ Formuler un problème scientifique
☐ Proposer une ou des hypothèse(s)
☐ Concevoir et réaliser une ou des expérience(s)
☐ Interpréter des résultats
☐ Communiquer sur ses démarches et ses résultats

[] Au niveau de quelle(s) composante(s) des démarches d'investigation souhaitez-vous que vos élèves mobilisent des attitudes préalablement acquises (liées à la discipline, exemples : sécurité, esprit critique, etc.) : *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était pas 'Jamais' à la question '20 [P4q1]' (Lorsque vos élèves mettent en oeuvre des démarches d'investigation souhaitez-vous qu'ils mobilisent des savoirs préalablement acquis ?) et La réponse n'était pas 'Jamais' à la question '21 [P4q2]' (Quels types de savoirs préalablement acquis souhaitez-vous que vos élèves mobilisent lorsqu'ils mettent en oeuvre des démarches d'investigation ? (ATTITUDES (liées à la discipline, exemples : sécurité, esprit critique, etc.)))

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- ☐ Formuler un problème scientifique
☐ Proposer une ou des hypothèse(s)
☐ Concevoir et réaliser une ou des expérience(s)
☐ Interpréter des résultats
☐ Communiquer sur ses démarches et ses résultats

[] Au niveau de quelle(s) composante(s) des démarches d'investigation souhaitez-vous que vos élèves mobilisent des éléments liés aux démarches d'investigation (exemple : savoir émettre une hypothèse) préalablement acquis : *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était pas 'Jamais' à la question '20 [P4q1]' (Lorsque vos élèves mettent en oeuvre des démarches d'investigation souhaitez-vous qu'ils mobilisent des savoirs préalablement acquis ?) et La réponse n'était pas 'Jamais' à la question '21 [P4q2]' (Quels types de savoirs préalablement acquis souhaitez-vous que vos élèves mobilisent lorsqu'ils mettent en oeuvre des démarches d'investigation ? (ÉLÉMENTS DES DÉMARCHES D'INVESTIGATION (exemple : savoir émettre une hypothèse)))

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- ☐ Formuler un problème scientifique
☐ Proposer une ou des hypothèse(s)
☐ Concevoir et réaliser une ou des expérience(s)

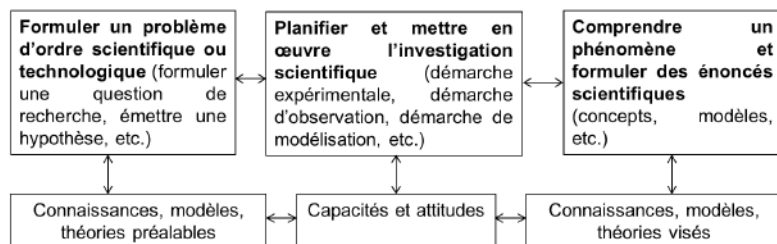
- ☐ Interpréter des résultats
- ☐ Communiquer sur ses démarches et ses résultats

[]

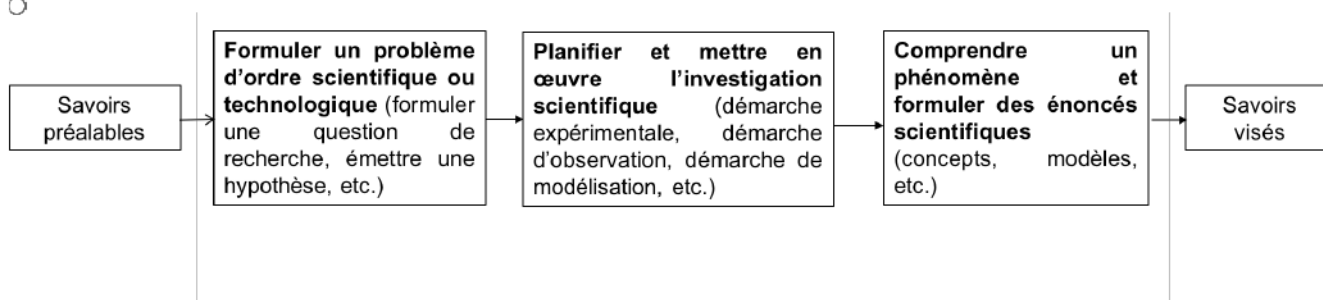
Choisissez parmi les schémas proposés ci-dessous celui qui correspond le mieux à l'articulation des démarches d'investigation avec les autres savoirs (capacités, attitudes, éléments des démarches d'investigation) que vous faites mettre en oeuvre à vos élèves lors de votre enseignement :

*

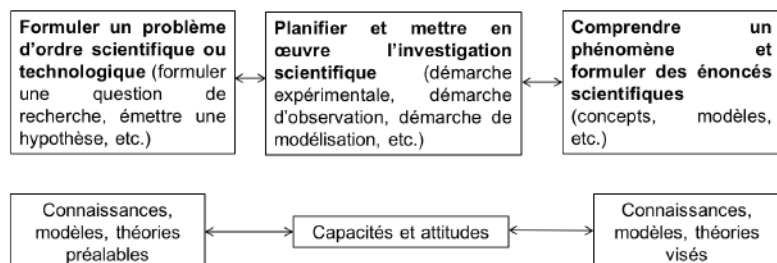
Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :



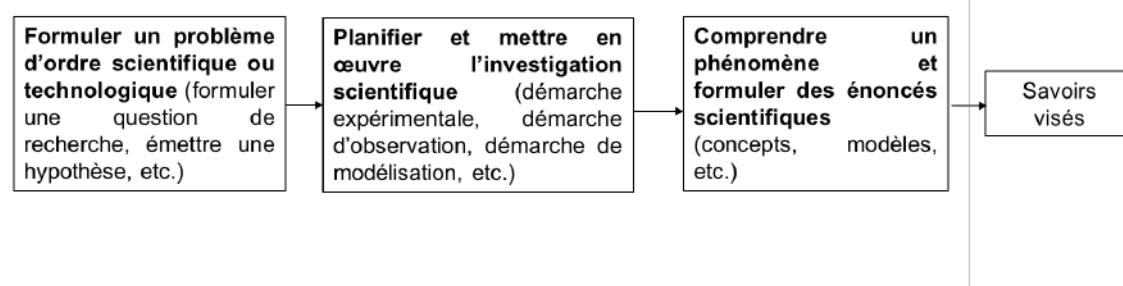
☐



☐



☐



[] Pouvez-vous nous transmettre le plan détaillé d'une séance de cours dans laquelle vos élèves mettent en oeuvre une démarche d'investigation ?

Veuillez envoyer au plus un fichier

Kindly attach the aforementioned documents along with the survey

Suite de la recherche : Entrevue

Afin d'approfondir notre étude, nous souhaiterions nous entretenir avec vous par téléphone. Cet entretien est prévu pour durer une demi-heure. Nous vous rappelons que les données obtenues seront uniquement utilisées pour la recherche présentée au début du questionnaire. Aucune donnée personnelle ne sera divulguée.

[]Serez-vous d'accord pour être contacté par Mme Séverine Perron dans l'objectif de réaliser une entrevue téléphonique ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ Oui
- ☐ Non

[]Notez une adresse mail afin de fixer un rendez-vous pour l'entrevue téléphonique ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui' à la question '28 [P5q1]' (Serez-vous d'accord pour être contacté par Mme Séverine Perron dans l'objectif de réaliser une entrevue téléphonique ?)

Veuillez écrire votre réponse ici :

ANNEXE D : COURRIER TRANSMIS PAR MAIL AUX DIFFERENTS RESEAUX

Madame, Monsieur,

Enseignante en Sciences de la Vie et de la Terre au sein d'un collège Breton, je réalise un doctorat portant sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences et plus particulièrement sur les démarches d'investigation scientifique.

Dans le cadre de cette recherche menée en collaboration avec le Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique de l'université de Rennes 2 et de l'université de Bretagne Occidentale et le Centre de Recherche sur l'Enseignement et l'Apprentissage des Sciences (CREAS) de l'université de Sherbrooke au Québec, je me permets de vous solliciter pour renseigner un questionnaire en ligne.

Je vous serai vraiment très reconnaissante de participer à cette étude dont l'objectif est de décrire les pratiques des **enseignants de SVT exerçant en collège** afin d'apporter des pistes de réflexion concernant la formation initiale et continue.

Ce questionnaire, complètement anonyme, vous prendra quelques minutes.

Lien vers le questionnaire :

Afin d'obtenir la meilleure représentativité des résultats, il m'est également important de collecter le plus grand nombre de réponses. Aussi, je vous serai sincèrement obligée de bien vouloir transférer ce courriel à l'ensemble de vos collègues de SVT.

Je vous remercie par avance de votre participation et de votre aide.

Bien cordialement,

Séverine Perron

ANNEXE E : MESSAGE DIFFUSE SUR LES RESEAUX SOCIAUX

Bonjour à tous,

Je suis enseignante de SVT dans un collège Breton et je réalise également un doctorat en didactique des sciences. Mes recherches portent sur les démarches d'investigation scientifique.

Dans ce cadre, je me permets de solliciter le plus grand nombre **d'enseignants de SVT** qui travaillent actuellement dans **un collège français (métropole)**. Il s'agit de compléter un questionnaire (complètement anonyme) en ligne dont voici le lien : <http://www.ifsivannes.fr/limesurvey/index.php/237418...>

Vous pouvez également m'aider en diffusant ce lien à l'ensemble de vos collègues (enseignants de SVT en collège en France).

Je vous remercie par avance pour votre participation à cette étude et/ou pour la diffusion du questionnaire.

ANNEXE F : GUIDE D'ENTREVUE SEMI-DIRIGEE

Guide d'entrevue**Répondant n° :**

Date :

Heure de début :

Heure de fin :

Je vous remercie d'avoir accepté cette entrevue.

Elle va durer 30 min environ.

Est-ce que vous m'autorisez à enregistrer notre conversation ?

Je vous rappelle que notre entrevue va reposer sur la séance/séquence de cours que vous avez choisie en lien avec les démarches d'investigation scientifique. Est-ce que vous avez cette séance/séquence avec vous ?

Quand vous êtes prêt, nous allons commencer.

Partie 1 : choix de la séance/séquence

1/Quelle séance/séquence avez-vous choisie pour cette entrevue ?

2/À quel niveau scolaire s'adresse-t-elle ?

3/Quand est-ce que vous l'avez mise en œuvre en classe ?

4/Pourquoi l'avez-vous choisie ?

5/Pourriez-vous me la décrire le plus précisément possible ?

-Le processus d'investigation scientifique ?

-Les autres savoirs ?

-Organisation de la classe ?

-Matériels ?

Partie 2 : les savoirs conceptuels visés et les dispositifs

6/ Est-ce qu'il y a des connaissances (savoirs conceptuels) que vous souhaitez que vos élèves acquièrent lors de cette séance/séquence ?

Si oui :

7/Quelles sont les connaissances (savoirs conceptuels) que vous souhaitez que vos élèves acquièrent lors de cette séance/séquence ?

8/À quel(s) moment(s) des DIS souhaitez-vous que vos élèves acquièrent ces connaissances ?

9/Avez-vous utilisé ou fait utiliser du matériel pour que vos élèves acquièrent ces connaissances ?

-Pédagogiques (tableau, vidéo projecteur, cahier...) :

-Didactiques (matériel de laboratoire, expérience virtuelle, le manuel...) :

10/Quelle organisation de la classe avez-vous mise en place (groupes/spatiale) à ce moment-là ?

11/Quel est votre rôle à ce moment-là ?

12/Que font les élèves à ce moment-là ?

13/Vos élèves réutilisent-ils ou retravaillent-ils ces connaissances par la suite ?

Si oui :

13-1/À quel moment ?

13-2/Dans quel objectif ?

Partie 3 : les savoirs conceptuels mobilisés et les dispositifs

14/Est-ce qu'il y a des connaissances (savoirs conceptuels) préalables que vous souhaitiez que vos élèves mobilisent lors de cette séance/séquence ?

Si oui :

15/Quelles sont les connaissances (savoirs conceptuels) préalables que vous souhaitiez que vos élèves mobilisent lors de cette séance/séquence ?

16/D'où proviennent ces connaissances préalables ?

17/Avez-vous mis en place une activité pour que vos élèves mobilisent ces connaissances ?

Si oui :

17-1/Pourriez-vous me décrire cette activité ?

18/À quel(s) moment(s) des DIS souhaitiez-vous que vos élèves mobilisent ces connaissances ?

19/Avez-vous utilisé ou fait utiliser du matériel pour que vos élèves mobilisent ces connaissances ?

Quels matériels ?

-Pédagogiques (tableau, vidéo projecteur, cahier...) :

-Didactiques (matériel de laboratoire, expérience virtuelle, le manuel...) :

20/Quelle organisation de la classe avez-vous mise en place (groupes/spatiale) à ce moment-là ?

21/Quel est votre rôle à ce moment-là ?

22/Que font les élèves à ce moment-là ?

Partie 4 : le processus d'investigation scientifique

Je vous ai transmis par mail, il y a quelques minutes, le schéma que vous avez choisi lors du questionnaire pour répondre à la question suivante : « Choisissez parmi les schémas proposés ci-dessous celui qui correspond le mieux aux démarches d'investigation scientifique mises en œuvre en classe lors de votre enseignement ».

23/Pouvez-vous me décrire le schéma ?

24/Pourquoi avez-vous choisi celui-là ?

Partie 5 : réflexion de l'enseignant sur sa séance/séquence

25/Est-ce que vous souhaiteriez modifier quelques choses de votre séance/séquence ?

Si oui :

25-1/Quoi ?

25-2/Pourquoi ?

26/Avez-vous rencontré des difficultés lors de la mise en œuvre de cette séance/séquence ?

Si oui :

26-1/Lesquelles ?

27/Les élèves ont-ils rencontré des difficultés lors de cette séance/séquence ?

Si oui :

27-1/Lesquelles ?

28/Avez-vous des informations ou des commentaires dont vous aimeriez me faire part ?

Je vous remercie beaucoup pour le temps que vous m'avez accordé.

29/ Seriez-vous d'accord pour continuer de participer à ce projet de recherche en nous autorisant à observer une de vos séances de classe prochainement ?

ANNEXE G : MESSAGE ENVOYE PAR MAIL AUX ENSEIGNANTS VOLONTAIRES POUR L'ENTREVUE

Bonjour,

Nous tenons d'abord très sincèrement à vous remercier d'avoir participé au projet de recherche intitulé « Étude de l'articulation des démarches d'investigation scientifique avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire » en répondant au questionnaire qui vous a été transmis.

Nous vous remercions également d'être volontaire à la poursuite de cette étude en ayant donné votre accord pour une entrevue. Nous précisons que votre participation à ce projet de recherche contribue à l'avancement des connaissances au sujet des démarches d'investigation en sciences.

Nous insistons sur le fait que pour éviter votre identification comme personne participante à cette recherche, les données recueillies par cette étude seront traitées de manière entièrement **confidentielle**. De plus, la participation à cette étude se fait sur une base volontaire. Vous êtes entièrement libre de participer ou non, et de vous retirer en tout temps sans avoir à motiver votre décision ni à subir de préjudice de quelque nature que ce soit.

Afin de préparer au mieux l'entrevue, nous vous rappelons qu'il s'agit d'une entrevue téléphonique d'une **durée moyenne de 30 minutes**. Néanmoins, de façon à ne pas se sentir mal à l'aise vis-à-vis de cette durée et à pouvoir échanger librement, il est nécessaire de prévoir un temps dégagé de toutes obligations personnelles et/ou professionnelles **d'une heure**. Il est également préférable de réaliser cette entrevue dans **un lieu calme et propice aux échanges**.

L'entrevue portera sur une séance de cours de niveau collègue (de votre choix) pendant laquelle vos élèves mettent en œuvre une ou des démarches d'investigation scientifique. Cette séance doit avoir eu lieu récemment. Dans le but de faciliter l'entrevue, il est conseillé d'avoir la préparation de cette séance à côté de soi.

De façon à organiser les entrevues avec les différents participants, nous vous demandons de bien vouloir **répondre au sondage** en cliquant sur le lien ci-dessous.

Consignes :

- ne pas noter votre nom mais le n° : 1 (pour garder l'anonymat vis-à-vis des autres participants) ;
- choisir une date et un horaire différents de ceux déjà choisis par les autres participants (dans le cas où aucune date ne vous conviendrait, nous vous recontacterons pour fixer un rendez-vous à une date ultérieure).

Voici le lien : <https://doodle.com/poll/dmwqc4rba35k2wgq>

Veillez nous indiquer par mail **un numéro de téléphone** pour vous joindre.

Nous vous remercions par avance pour votre disponibilité et votre investissement au sein de ce projet de recherche.

Bien cordialement,

Séverine Perron (Université de Bretagne Occidentale, Université de Sherbrooke)
(Auteure du projet)

Dirigée par Jean-Marie Boilevin (Université de Bretagne Occidentale)

Abdelkrim Hasni (Université de Sherbrooke)

ANNEXE H : FORMULAIRE DE CONSENTEMENT DU CHEF
D'ETABLISSEMENT POUR L'OBSERVATION

Mme Séverine Perron
Responsable du projet de recherche

À

Monsieur
Directeur du collège

Objet : autorisation de filmer en classe

Monsieur le Directeur,

Je sollicite votre accord afin de mener mes travaux de recherche sur les démarches d'investigation en sciences de la vie et de la Terre au collège. Ce travail s'effectue dans le cadre de mon doctorat en didactique des sciences à l'université de Bretagne occidentale et à l'université de Sherbrooke au Québec. Cette étude se réalise au sein des laboratoires CREAD (à Rennes) et CREAS (à Sherbrooke). Elle vise à mieux connaître les pratiques d'enseignement en sciences. Pour cela, j'ai avons besoin de filmer des élèves et leur professeur pendant des séances de classe.

Je vous prie, Monsieur le Directeur, de bien vouloir m'autoriser à aller dans le laboratoire de sciences de la vie et de la Terre de votre établissement pour effectuer ces enregistrements.

Parallèlement, je demande à enseignante en sciences de la vie et de la Terre, l'autorisation de la filmer et d'utiliser les enregistrements pour la recherche. Je vous joins une copie de cette autorisation.

Je reste à votre disposition pour toute demande d'éclaircissements.

Veuillez agréer par avance, Monsieur le Directeur, l'expression de mes plus vifs remerciements pour votre coopération.

La Responsable du projet
Séverine Perron

Veuillez remplir la partie ci-dessous

Je soussigné(e) :

Directeur du collège..... autorise le projet de recherche en éducation mené par Séverine Perron dans mon collège pendant l'année scolaire 2017-2018. Celle-ci pourra venir filmer des séances de classe.

Date et signature:

ANNEXE I : FORMULAIRE DE CONSENTEMENT DE L'ENSEIGNANT
POUR L'OBSERVATION

Mme Séverine Perron
Responsable du projet de recherche

À

Mme....
Enseignante de SVT

Objet : autorisation de filmer en classe

Madame la professeure,

Dans le cadre de votre participation à la recherche portant sur les démarches d'investigation, je sollicite votre autorisation pour vous filmer lors de la mise en œuvre de séances de classe.

Les enregistrements seront analysés dans un but exclusif de recherche.

Je vous informe que vous disposez d'un droit d'accès, de modification, de rectification et de suppression des données vous concernant (loi "Informatique et Libertés" du 6 janvier 1978). Pour exercer ce droit, adressez-vous à Mme Séverine Perron (severine.perron@usherbrooke.ca).

Les enregistrements vidéo auront lieu le 4 et le 15 décembre 2017.

Veuillez agréer par avance, Madame, l'expression de mes plus vifs remerciements pour votre coopération.

Vu et bon pour accord
L'enseignant

La Responsable du projet
Séverine Perron

Veuillez compléter le coupon ci-dessous

Je soussigné(e) :

.....

Professeur au
collège.....

☐ **accepte** que mes enseignements soient filmés pour l'usage exclusif du chercheur Mme Séverine Perron.

☐ **accepte** que ces films soient utilisés par d'autres chercheurs mais toujours à des fins exclusives de recherche.

☐ **accepte** que ces films apparaissent sur des médias (type web) dédiés à la recherche et à la formation.

Date et signature

ANNEXE J : GUIDE D'ENTREVUE SEMI-DIRIGEE POST-OBSERVATION

Guide d'entrevue *post observation* séance de 3^{ème}

Partie 1 : les démarches d'investigation scientifique

1/Est-ce que vous pouvez me donner une définition des démarches d'investigation scientifique que vous faites mettre en œuvre en classe ?

2/Pour quelles raisons faites-vous mettre en œuvre ces DIS par vos élèves ?

3/Faites-vous mettre en œuvre ces DIS dans chacun de vos cours ? Pourquoi ? Comment choisissez-vous les séances où vous faites mettre en œuvre ces démarches par vos élèves ?

4/Faites-vous mettre en œuvre les mêmes types de DIS dans chacun des niveaux scolaires dans lesquels vous enseignez ?

Partie 2 : l'articulation des savoirs disciplinaires et les dispositifs

5/Quelles sont les composantes des DIS mises en œuvre dans cette séance ?

6/Pourquoi faites-vous mettre en œuvre ces composantes ?

7/Est-ce qu'il y a une composante que vous considérez comme indispensable ? Pourquoi ?

8/Pourquoi avez-vous énoncé la question et pas vos élèves ?

9/Qu'attendez-vous comme production d'élèves pour vos deux « activités » ?

10/Quels sont les savoirs que vous souhaitez que vos élèves acquièrent dans cette séance ? Pourquoi ?

11/Quels sont les connaissances, les notions que vous souhaitez que vos élèves acquièrent dans cette séance ? Pourquoi ? Pouvez-vous me donner le bilan que vos élèves vont noter sur leur cahier ? Pourquoi ne pas évoquer les mécanismes d'action des antibiotiques par exemple qui sont présents dans les documents ?

12/À quel moment de la séance souhaitez-vous que vos élèves acquièrent ces savoirs ? Pourquoi ?

13/Quels sont les savoirs que vous souhaitez que vos élèves mobilisent dans cette séance ? Pourquoi ?

14/Quels sont les connaissances que vous souhaitez que vos élèves mobilisent dans cette séance ? Pourquoi ?

15/Pourquoi avoir choisi de faire travailler vos élèves seuls ?

16/Pourquoi avoir choisi des extraits de publicité ?

17/Pourquoi avoir choisi de faire travailler vos élèves sur un ensemble de documents ?

Partie 3 : Difficultés

18/Avez-vous eu des difficultés dans cette séance ?

19/Rencontrez-vous des difficultés pour faire mettre en œuvre des DIS en classe ?

20/Ces difficultés impactent-elles vos choix de construction de séance ?

ANNEXE K : VERBATIM DE L'ENTREVUE SEMI-DIRIGEE AVEC L'ENSEIGNANT 5

Enseignant 5

Durée : 27 min

C : Chercheur

I : Interviewé

Locuteurs	Interactions verbales
C	Quelle séquence/séance avez-vous choisie ?
I	La génétique en 3 ^{ème} , méiose, fécondation et mitose.
C	D'accord. Pourquoi avez-vous choisi cette séance ?
I	Parce que je trouve qu'elle mettait vraiment les élèves en recherche dans cette DI.
C	D'accord. À quelle période de l'année avez-vous réalisé cette séance ?
I	En avril.
C	Est-ce que vous pouvez me la décrire un peu cette séance ?
I	<p>Les élèves avaient connaissance de ce qu'était un chromosome, des différentes formes d'ADN et là on arrivait sur un schéma de la reproduction de l'espèce humaine avec le nombre de chromosomes chez l'homme, chez la femme dans une cellule œuf et dans les cellules d'un individu une fois qu'il avait grandi et à chaque fois on en retrouvait 46. De là, venait la problématique qui est « comment cela se fait qu'un homme qui a 46 et qu'une femme qui a 46 font un individu qui est une cellule œuf où il y a à nouveau 46 chromosomes dedans. Donc là, il y a le problème : comment $46+46=46$? Et puis, après l'individu a des cellules qui se multiplient et dans chaque cellule on retrouve 46 chromosomes donc comment cela se fait ? Comment une cellule d'un coup peut hop fabriquer deux cellules qui en ont-elles aussi 46. Donc, à partir de là les élèves sont avec un plan de travail à réaliser, ils commencent par ce qu'ils veulent par le problème qui les intéresse le plus. Donc là, vraiment ils vont rentrer en démarche d'investigation avec à disposition des fiches sur lesquelles ils vont devoir mettre leurs hypothèses, leurs explications possibles et à partir de là utiliser une maquette et des documents, mettre en relation documents et maquettes pour essayer de comprendre ce qui se passe au niveau de la quantité de chromosome. Et à la fin en conclusion ils doivent dire si leur hypothèse de départ est validée ou non. Donc là, c'est un travail en équipes et pour être sûr qu'ils ont bien compris, ils ont à disposition des QCM où ils vont essayer individuellement puis de se corriger en équipes. S'ils veulent revoir les notions qu'ils ont normalement comprises avec la maquette, à disposition sur le bureau du prof il y a les réponses à ces</p>

	QCM. Donc vraiment, ils peuvent aller au rythme qu'ils veulent. Donc, j'ai quand même donné un créneau de 3 séances pour le faire et certains vont aller très vite d'autres beaucoup plus lentement et aussi je mets en avant la coopération dans ce travail-là. Ils doivent dire qui ils ont aidé, comment ils les ont aidés, s'ils ont demandé de l'aide à qui et pourquoi, qu'est-ce qui les gênait ? Pour un peu apprendre à apprendre.
C	Donc, il y a aussi un travail réflexif en fait là.
I	Oui. Essayer de prendre un peu de hauteur par rapport à ce qu'ils font.
C	Quelles sont les notions, les connaissances que vous souhaitiez que vos élèves acquièrent lors de cette séance ?
I	Alors dans cette séquence ce que je voulais c'était la découverte du mécanisme de la méiose, de la fécondation aussi, voir que les gamètes ne contiennent que 23 chromosomes. Tout ça c'est pour arriver à la notion de diversité au sein d'une espèce, parce que moi j'étais parti sur l'exemple du Rhésus dans la maquette Rhésus + Rhésus, arriver à cette notion de biodiversité au sein d'une espèce. Ça, c'était la partie méiose fécondation. Pour la partie mitose voir qu'il y a d'abord une partie où la cellule va doubler sa quantité d'ADN pour pouvoir ensuite séparer cette quantité d'ADN en deux lots. Tout ça pour conserver la même information dans toutes les cellules d'un individu. Donc conservation et en même temps biodiversité.
C	Et pourquoi avez-vous choisi ces connaissances-là ?
I	Ces connaissances-là, elles sont dans le BO. La transmission des chromosomes au sein d'une espèce et au sein d'un individu.
C	À quel moment de la DIS souhaitiez-vous que les élèves acquièrent les connaissances que vous venez de me citer ?
I	Alors...heu...je vais la faire verbaliser à l'écrit. Après les deux ateliers...donc les élèves valident leur atelier en faisant les exercices pour être sûr d'avoir compris mais je demande en atelier final d'écrire un texte que je ramasse où ils doivent expliquer comment les chromosomes qui contiennent l'information génétique se transmettent. Donc, par l'écrit je voulais valider ça même si le vocabulaire n'est pas tout à fait précis dans ce qu'ils vont écrire, je veux au moins qu'il y ait une compréhension derrière des mécanismes.
C	Et c'est au moment de l'analyse des résultats de la DIS, c'est quand ça en fait ?
I	Le texte écrit ?
C	Le moment où vous souhaitez qu'ils acquièrent ces connaissances ?
I	Quant à la fin, ils reformulent ce qu'ils ont fait en manipulation en schéma, qu'ils arrivent à l'écrire.
C	D'accord. Donc, c'est au moment de la communication des résultats en fait.
I	Oui. Oui. Entre eux, ils l'ont verbalisé en travaillant en équipes. Ils l'ont également verbalisé quand ils ont fait leur QCM et qu'ils ont

	dû corriger leur QCM ensemble quand ils se sont rendu compte qu'ils n'avaient pas bon. Par cette erreur-là, ils sont revenus à leur maquette, ha oui ce n'est pas ça, le schéma qu'on a fait il ne nous donne pas ça. Et puis, il y a aussi eu des groupes d'élèves qui pouvaient être en difficultés, j'avais prévu des aides pour ces élèves et j'étais également la personne ressource à des moments. Des fois, ils demandaient au copain à côté, mais des fois j'étais la personne ressource pour passer un obstacle.
C	Combien de temps les élèves ont passé à ce moment-là où ils acquièrent ces connaissances ?
I	Alors là c'est difficile parce qu'elles se construisent au fur et à mesure. J'ai vu parfois des élèves qui étaient en difficulté pendant une heure sur une maquette, la fois suivante redémarrer de façon plus rapide. Donc, je me dis entre les deux séances est-ce qu'il y en a eu un qui a eu une idée qui a relu ses documents, je pense que ça s'est construit au fur et à mesure de revenir sur un document. Je dirais qu'il n'y a pas un moment précis où la connaissance elle arrive.
C	Quelle organisation de la classe aviez-vous mise en place ?
I	J'avais prévu des pochettes cartonnées qui contenaient chacun des deux ateliers sur le bureau du prof. J'avais prévu des pochettes plastifiées qui contenaient les réponses des QCM. Les élèves avaient à disposition une boîte sur le bureau avec les feuilles de l'atelier 1, les feuilles de l'atelier 2, les feuilles pour les QCM de l'atelier 1 et de l'atelier 2. Et, ils allaient se servir. Ils allaient prendre, remettre en place, etc. Et, dans les pochettes cartonnées qui contenaient mes ateliers, il y avait à l'intérieur la maquette, le mode d'emploi de la maquette et il avait aussi une feuille sur laquelle ils devaient inscrire leur nom et une autre feuille sur laquelle ils devaient marquer est-ce que tout le matériel est présent avant que je commence à manipuler. Je leur donnais un peu cette responsabilité-là que moi je n'aille pas vérifier à chaque fois.
C	Et ils travaillaient en groupes ou tout seuls ?
I	Je laissais le choix. J'avais dit vous pouvez travailler seul ou avec des personnes parce qu'il y a des élèves qui n'aiment pas travailler avec d'autres et il y en a qui se sentent très mal d'être tout seul donc je laissais le choix, j'avais dit maximum 4 je crois.
C	Pourquoi avez-vous fait ces choix-là, la maquette, pourquoi beaucoup d'autonomie ?
I	En fait, j'étais allée à la CLIS 17 à Rennes sur la classe inversée et on avait une présentation d'un prof de SVT qui avait fait des sortes de classes inversées mais pas avec l'outil informatique, au niveau de sa génétique, il avait fait toute sa génétique comme ça. Et j'avais trouvé ça énorme en quantité de connaissances justement en classe inversée et lui-même avait dit à la fin c'est peut-être trop pour des élèves de 3 ^{ème} qui ne sont pas si autonome que ça. Donc, de viser

	deux connaissances qui sont mitose et méiose, c'est déjà pour moi assez innovateur de tester comme ça.
C	Donc, c'est pour ça que vous aviez cette organisation ?
I	Oui
C	Donc, c'était une formation continue que vous avez faite ?
I	Oui. J'étais allée à Rennes. Il y avait une proposition, c'était toute la journée sur les classes inversées et comment les utiliser en classe.
C	Est-ce ces connaissances-là que vos élèves ont acquises pendant la séance, est-ce qu'après vous les avez réutilisées pour d'autres séances ou à d'autres moments ?
I	Tout ce qui va être autonomie, oui un petit peu plus loin quand je vais partir sur les travaux en équipes au CDI, sur la fin de l'année quand on va partir sur des thèmes variés où ils vont avoir des choix à faire. C'est apprendre à faire des choix, seul ou en équipes alors qu'en fin d'année, ils ont à choisir par rapport à différents thèmes, sur l'exploitation de ressources alimentaires et énergétiques.
C	D'accord. Et au niveau des notions, ils les réutilisent à un autre moment ?
I	Oui. Quand on va voir l'évolution. On va parler d'évolution en fin d'année, donc là aussi commencer la spéciation. Donc, on a besoin de repartir des mutations de l'ADN. Alors ce n'est pas forcément que mitose méiose mais cet ensemble de génétique est indispensable pour comprendre ça.
C	D'accord. Donc vous considérez que c'est indispensable pour cette partie-là donc ils doivent réutiliser ces connaissances-là ?
I	Alors le vocabulaire n'a pas besoin d'être aussi précis. Mais ils ont besoin d'avoir compris que dans un cas, il y a une conservation de cette information dans l'individu même et surtout la biodiversité au sein de l'espèce. C'est ça qui va permettre d'aller vers cette spéciation après.
C	Donc en fait ces connaissances, ils vont s'en servir à quel moment de la séance sur l'évolution ?
I	C'est au mois de mai après avoir vu la diversité au cours du temps sur la planète que l'on va partir sur les arbres de parentés et essayer de comprendre en ayant les hypothèses de Darwin, de Lamarque et de Cuvier d'essayer d'expliquer comment de nouvelles espèces sont apparues sur Terre.
C	D'accord. Donc, ils vont plutôt s'en servir au début de la séance sur l'évolution ?
I	Alors je regarde comment j'avais fait. J'étais partie sur les êtres vivants du passé qui ont changé et ensuite on partait sur les hypothèses de Darwin et essayait de trouver des arguments scientifiques pour expliquer, pour aller vers la théorie de l'évolution et là la génétique intervenait.
C	Est-ce qu'il y avait un problème dans cette séquence-là, sur l'évolution ?
I	C'était comment de nouvelles espèces apparaissent-elles sur Terre ?

C	Et leurs connaissances, ils vont s'en servir à quel moment des DIS ?
I	Ça va être plus en analysant un document qui parle des moustiques du métro de Londres qu'ils vont devoir comprendre les mécanismes évolutifs qu'il y a dedans et fait appel justement à la génétique. Donc, c'est plus réutilisé pour comprendre un document qu'ils n'auraient pas pu comprendre sans avoir eu ces notions avant ou plus difficilement parce que le document peut être aussi adapté si on veut simplifier.
C	D'accord. Et le choix de réutiliser ces connaissances, est-ce que c'est parce que vous l'avez vu en tant qu'enseignante, votre expérience d'enseignante, vous l'avez vu en formation ?
I	L'inspecteur nous avait dit que la partie génétique devait être faite avant la partie évolution pour que là aussi les élèves puissent comprendre un peu les mécanismes de l'évolution. Même si je vois que bien plus tard, j'enseigne aussi au lycée que les 1 ^{ère} S, ce n'est toujours pas acquis. La notion d'évolution elle est dure à construire et basée sur la génétique donc on est forcé de remettre des couches, des couches et des couches tous les ans.
C	Souhaitez-vous que vos élèves mobilisent des connaissances préalablement acquises lors de votre séance ? Celle que vous présentez aujourd'hui ?
I	Ben déjà de faire un schéma parce ce qu'on s'était mis d'accord sur comment dessiner un chromosome, donc c'était dessiner un chromosome pour ne pas être perdu. Et comme moi je fais avec des fils chenilles, il y a une nouveauté pour eux qui est chromosome double, chromosome simple.
C	Et du coup est-ce qu'il y a des notions qu'ils doivent connaître avant pour pouvoir accéder à la séance ?
I	Oui, là sur le schéma, il faut qu'on ait un code commun pour pouvoir se comprendre oui. Pour le schéma il n'y avait pas le choix.
C	D'accord. Mais plutôt au niveau de connaissances vous savez sur des concepts, est-ce qu'il y a des choses qu'ils devraient savoir avant, par exemple sur la cellule ?
I	Je réfléchis... On était repartis du schéma de la reproduction humaine donc tout le vocabulaire cellule reproductrice, gamète, etc. Ça, ils devaient le connaître. De cellule œuf, embryon, fœtus jusqu'à naissance aussi. La notion de fécondation, la définition de 4 ^{ème} , ils devaient la connaître en 3 ^{ème} , oui d'ovule voilà les prérequis au niveau connaissances. Et puis, le nombre de chromosomes observés chez l'individu adulte et dans la cellule œuf.
C	D'accord. Et pourquoi vous considérez que ça c'est indispensable ?
I	Ce sont des éléments indispensables pour que après on se pose la question mais comment $46+46=$ toujours 46.
C	Pour formuler le problème en fait ?
I	Oui voilà. Pour arriver au paradoxe, ben oui comment cela se fait.
C	Donc ces connaissances, elles viennent d'où ? D'un cours d'avant ?
I	Cours de 4 ^{ème} et du cours d'avant où on a vu les caryotypes. Et le schéma que je propose en tout début de cette séquence, est le schéma

	qui a permis de clore la transmission de la vie chez l'Homme en 4 ^{ème} . Je prends exactement le même. D'ailleurs, ils réagissent, ah on l'a déjà eu.
C	Est-ce que vous mettez en place des activités pour que vos élèves remobilisent ces connaissances ?
I	Alors au cours de la séquence, ils avaient le QCM qui permet de remobiliser ce que eux avaient compris.
C	Oui mais pas les connaissances que vous visez dans la séance mais les connaissances préalablement acquises ?
I	En fait, c'est le schéma bilan que je redonne et qu'ils remplissent et à partir de là les deux problèmes vont sortir. Toujours sur ce schéma.
C	D'accord. Le fait que vous décidiez que les élèves doivent avoir besoin de prérequis pour formuler un problème, est-ce que c'est quelque chose que vous avez appris lors d'une formation, par l'inspecteur ?
I	Je dirais plusieurs choses. C'est d'abord la formation initiale où ils nous disaient de faire des rappels de notions pour pouvoir faire sortir ce que les élèves savent. Ensuite, il y a le vécu. Donc les deux, on nous l'a bien redit en formation initiale et continue qu'il y a besoin de ce moment-là.
C	Je vous ai envoyé par mail le schéma que vous avez choisi lors du questionnaire sur la forme du processus d'investigation scientifique. Je vous ai également noté la question. Vous avez choisi le schéma 2. Je vous laisse quelques instants pour relire la question et le schéma. Est-ce que vous pouvez me dire ce que représente ce schéma pour vous et pourquoi l'avez-vous choisi ?
I	Alors les savoirs préalables, c'est ce que moi j'ai proposé avec mon schéma bilan mon schéma de révision. À partir duquel sont arrivés les deux problèmes. Ça colle avec ça. Après planifier et mettre en œuvre l'investigation scientifique, là c'était au choix de commencer par ce qu'ils voulaient mais ils ne sont pas rentrés dans la création d'un protocole. Ils ne sont pas entrés dans ça. Ils ont eu à répondre à des ateliers mais qui ne leur permettait pas d'utiliser le matériel qu'ils souhaitaient. Là, j'imposais des choses par contre ils avaient le temps, ils avaient deux ateliers pour pouvoir répondre aux deux problèmes en 3h. Donc il y avait cette liberté d'équipes, de temps mais pas du tout de matériel ni d'une autre démarche. Donc, je n'ai pas pu laisser ça parce que là aussi je veux avancer dans mon programme. Donc, c'est un choix. Et comprendre les phénomènes, etc. C'est la trace écrite du texte que je vais ramasser où ils vont essayer de me redire le mécanisme, même si le vocabulaire n'est pas toujours là, ils vont essayer de m'expliquer : tiens là il y avait le double d'ADN et là il y en a deux fois moins ça c'est coupé en deux. Voilà s'ils arrivent à me dire ça c'est déjà... Et le savoir visé, ben c'est les mots qu'ils vont marquer justement dans ces écrits, qui vont permettre à la fin de poser le contenu scientifique qui est à acquérir. Donc moi cela me convient assez.
C	Donc c'est celui-ci qui correspondait le mieux à votre séquence ?

I	Oui
C	Et si vous regardez le 3 ^{ème} schéma, pourquoi n'avez-vous pas choisi celui-là ?
I	Avec les allers-retours, oui. Ma dernière case comprendre le phénomène et le formuler, c'est un travail plus personnel, ils n'ont pas forcément la maquette avec eux pour pouvoir faire l'aller-retour avec leur maquette mais ils peuvent avec leur schéma. Et cet écrit peut être fait à la maison.
C	Donc vous ne choisissez pas celui-là parce que les flèches sont dans les deux sens ?
I	Oui, c'est juste ça parce que je n'ai pas la possibilité de leur laisser tout sous la main ou alors faudrait tout faire en classe et tout le temps.
C	Et le 4 ^{ème} schéma ?
I	Ben oui, il n'y a pas le début avec tout remettre le vocabulaire en tête.
C	Le 1 ^{er} ?
I	Ben, il y a encore ses flèches aller-retours...
C	D'accord. Donc ce sont ces flèches aller-retours.
I	Oui. C'est l'obstacle matériel vu la matière dans laquelle on est.
C	J'ai encore une question, sur le schéma que vous avez choisi. Vous avez sélectionné le 2. Est-ce que vous souhaiteriez modifier ce schéma ?
I	Le schéma sert à rentrer dans une autre DI à partir des savoirs visés. C'est un ensemble, là on fait le zoom sur une séquence avec une démarche de ce type-là, mais elles sont toutes en lien en fait. Les savoirs visés c'est un nouvel outil pour faire autre chose après et pour repartir sur une nouvelle DI.
C	D'accord. Est-ce qu'il y a des informations ou des commentaires que vous aimeriez faire soit sur la séance soit sur les DIS ?
I	Je dirais que des élèves qui sont très scolaires qui ont l'habitude d'entrer dans le schéma 2 qui est très linéaire ceux-là n'ont pas aimé du tout de travailler en plan de travail parce qu'il y avait cette liberté de mise en œuvre de DI même si elle n'était pas énorme comme liberté, ils n'ont pas du tout aimé. Ils avaient besoin de quelque chose de planifié, qu'on leur planifie le travail. D'avoir à le planifier soit même, ça, ils n'ont pas aimé. Et puis, le savoir bien structuré à la fin, ils avaient l'impression de pas bien formuler leur pensée, ils avaient besoin d'un bilan bien structuré avec le vocabulaire bien lisse et si c'est le prof qui le dit c'est forcément bon. Ça, ils ont eu du mal. Alors que les élèves en difficulté ont beaucoup aimé travailler avec leur copain, le choix c'est motivant et manipuler, manipuler la maquette, bouger ça dans tous les sens, ça ne marche pas c'est rigolo, puis, on recommence avec des moments où ils se sont égarés, ils ont perdu beaucoup de temps, il a fallu un peu booster. Planifier le temps n'était pas si évident que ça pour eux. Après je pense que je le referais cette année parce que justement ça désoriente ces élèves et c'est bon aussi de les sortir de leur sécurité.

ANNEXE L : PREPARATION DE COURS DE LA SEANCE DE 3EME

Chapitre 3 : Les enjeux de la lutte contre les microbes pathogènes (1h30)

Attendus de fin de cycle	Expliquer quelques processus biologiques impliqués dans le fonctionnement de l'organisme humain, jusqu'au niveau moléculaire : <u>relations avec le monde microbien</u> . Relier la connaissance de ces processus biologiques aux enjeux liés aux <u>comportements responsables</u> individuels et <u>collectifs</u> en matière de santé.	
Connaissances et compétences associées		
Argumenter l'intérêt des politiques de prévention et de lutte contre la contamination et/ou l'infection.	Mesures d'hygiène, vaccination, action des antiseptiques et des antibiotiques.	
Idées-clés 1 idée = 1h30 de cours)	prévention	
Compétences travaillées et domaines du socle	Je mobilise des connaissances (4). Je lis et présente des informations sous différentes formes (1b). Je pratique des démarches scientifiques (4). Je me situe dans l'espace (5).	
Parcours	Santé (éducation à la santé) Citoyen (culture de l'engagement/ culture du jugement)	

Eduscol, Le corps humain et la santé

Acquis des cycles précédents

Au cours du cycle 2, les élèves ont intégré quelques **habitudes quotidiennes d'hygiène**, notamment celles concernant les mains et le corps. Au cours du cycle 3, les élèves ont effectué une première approche des **micro-organismes** et montrent qu'ils peuvent être **bénéfiques** (production d'aliments) ou **pathogènes** (prolifération dans certaines conditions). En abordant l'hygiène alimentaire, ils ont complété leurs connaissances sur les règles d'hygiène. Ils ont également quelques connaissances personnelles sur la **désinfection des plaies et les vaccins**. Certains connaissent peut-être d'autres règles d'hygiène et/ou la transmission de micro-organismes par d'autres vecteurs que les aliments et/ou leur participation au bon fonctionnement du corps humain. Pour autant, l'idée du microbe en tant qu'organisme fondamentalement pathogène, associée à celle de système de défense (et d'habitudes d'hygiène) visant uniquement à les détruire est très répandue.

Au cours du cycle, l'élève apprend à :

- ~~relier l'ubiquité, la diversité et l'évolution du microbiote humain à une protection accrue et~~

efficace de l'organisme ;

- identifier la nécessité d'un **équilibre** entre **mesures d'hygiène et maintien du microbiote** ;
- expliquer la **reconnaissance, la neutralisation et l'élimination** des micro-organismes pathogènes par des réactions immunitaires (**rôle de cellules et de molécules effectrices, leucocytes, anticorps, et rôle de cellules mémoires**) ;
- expliquer l'utilisation des **antiseptiques** dans la lutte efficace contre la contamination ;
- expliquer l'efficacité des **antibiotiques** dans l'élimination de certains microbes et argumenter l'intérêt de leur usage raisonné ;
- expliquer comment la **vaccination** assure une acquisition préventive et durable d'une protection spécifique ;
- argumenter l'intérêt de **politiques de prévention** et de lutte contre la contamination et l'infection; expliquer la limitation des risques **à l'échelle collective** par une application de mesures **à l'échelle individuelle**.

Spots TV : campagne pour la vaccination et campagne pour un usage réduit des antibiotiques.

Vaccin de la grippe : https://www.youtube.com/watch?v=24moDq_wZ10

Antibiotique: <https://www.youtube.com/watch?v=Rzrj9adSFIQ>

Pourquoi fait-on des campagnes de prévention pour la vaccination et aussi pour réduire l'usage des antibiotiques ? Parcours santé et parcours citoyen



Hypothèses :

Consignes : Avec l'aide des documents, répondez à la question de la situation présentée.

Travail sur un thème (difficulté différente). Antibiotique plus facile.

Travail individuel : 1h, rédiger sur une copie double et autoévaluation de l'élève.

AP : Coups de pouce

Mise en commun : oral pour présenter au voisin.

Compétences travaillées :

2-Ecrire correctement un texte : J'explique à l'écrit et à l'oral l'intérêt des politiques de prévention grâce au vaccin ou de bon usage des antibiotiques.

3-Lire des textes, des graphiques, des expériences.

11- Analyser des résultats : expériences sur le vaccin

14-Comprendre les responsabilités individuelle et collective en matière de santé.

Puis en classe entière :

- Vidéo explication antibiotique (résistance bactérienne) : <http://www.ameli-sante.fr/protegeons-les-antibiotiques/les-antibiotiques-sont-souvent-utilises-a-tort.html>
- Vidéo explication vaccin : <https://www.youtube.com/watch?v=Pt5ZMeGnp6I>

Bilan :

Au niveau individuel, chacun peut veiller à prévenir les infections par la vaccination et soigner les infections bactériennes par des antibiotiques.

À l'échelle de la population, la mise en place de politiques de santé publique permet de lutter contre la propagation des microbes pathogènes.

Schéma-bilan :

Compétences travaillées (socle commun)	Objectifs à atteindre Je suis capable de ...
Je mobilise des connaissances.	Le vaccin, les antibiotiques
Je m'exprime en utilisant la langue française.	J'explique à l'écrit et à l'oral l'intérêt des politiques de prévention grâce au vaccin ou de bon usage des antibiotiques.
Je lis et représente des données sous différentes formes	Je lis des textes, des graphiques, des expériences.
J'adopte un comportement éthique et responsable	Je comprends les responsabilités individuelle et collective en matière de santé. Parcours Santé et Parcours Citoyen

- Vaccin : doc 2 et 3 p°294 et p°296-297 Hatier 2016

Spot pub : <https://www.youtube.com/watch?v=UXxqNqPdnol>

https://www.youtube.com/watch?v=24moDq_wZ10

Belgique: https://www.youtube.com/watch?v=1le3_AT6AuQ

- Antibiotique : p°295 Hatier 2016+ exercice 6 p°301 Hatier 2016

<https://www.youtube.com/watch?v=UajMHIFXPtM>

spot : <https://www.youtube.com/watch?v=Rzrj9adSFIQ>

ANNEXE M : DOCUMENTS SUR L'UTILISATION DES VACCINS

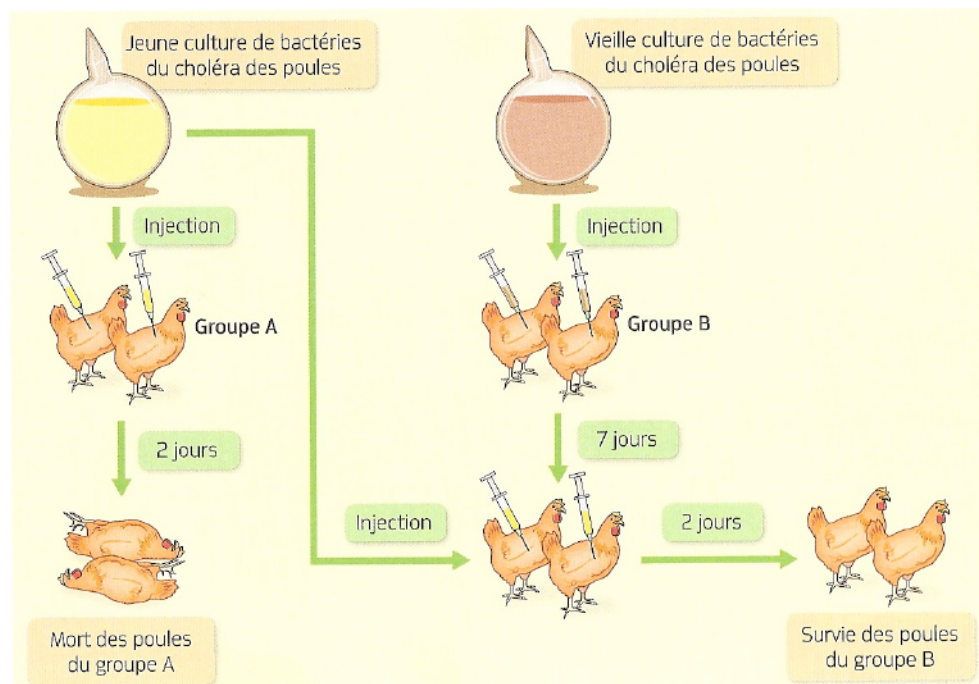
L'utilisation des vaccins

Gabriel, 15 ans, fait une chute en VTT et a une plaie importante. Le médecin lui explique que par la contamination d'une plaie, il risque de contracter le tétanos, maladie grave et potentiellement mortelle, due à une bactérie (*Clostridium tetani*). Aussi, il lui demande si sa vaccination antitétanique est à jour. Gabriel pense que comme il a été vacciné lorsqu'il était petit (à un an), il est toujours protégé et qu'un rappel ne sert à rien.

A l'aide des documents fournis, vous expliquerez à Gabriel comment fonctionne un vaccin. Vous expliquerez également pour quelles raisons Gabriel doit respecter les rappels de vaccination. Pour cela, vous rédigerez un texte explicatif.

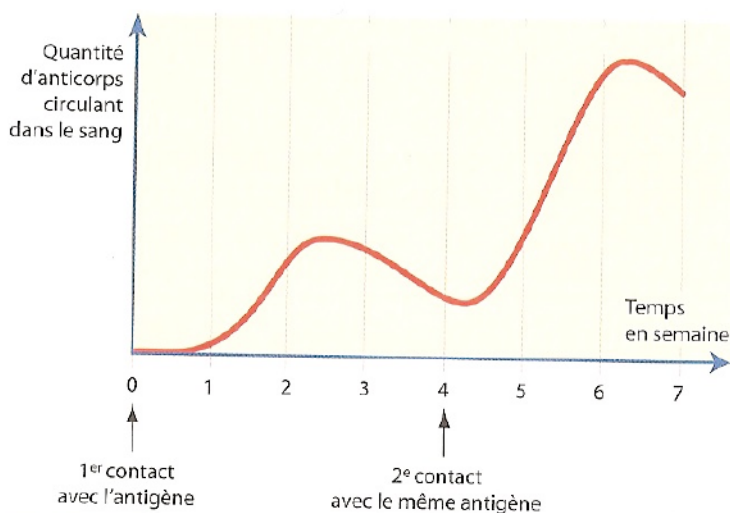
Document 1 : La première vaccination (d'après SVT 3^{ème}, Hatier 2016)

En 1879, Pasteur étudie une maladie mortelle des poules : le choléra. Cette maladie est due à une bactérie. Au cours de ses expériences, il parvient à atténuer la virulence de cette bactérie et à l'utiliser comme vaccin en l'injectant à des poules saines (groupe B).

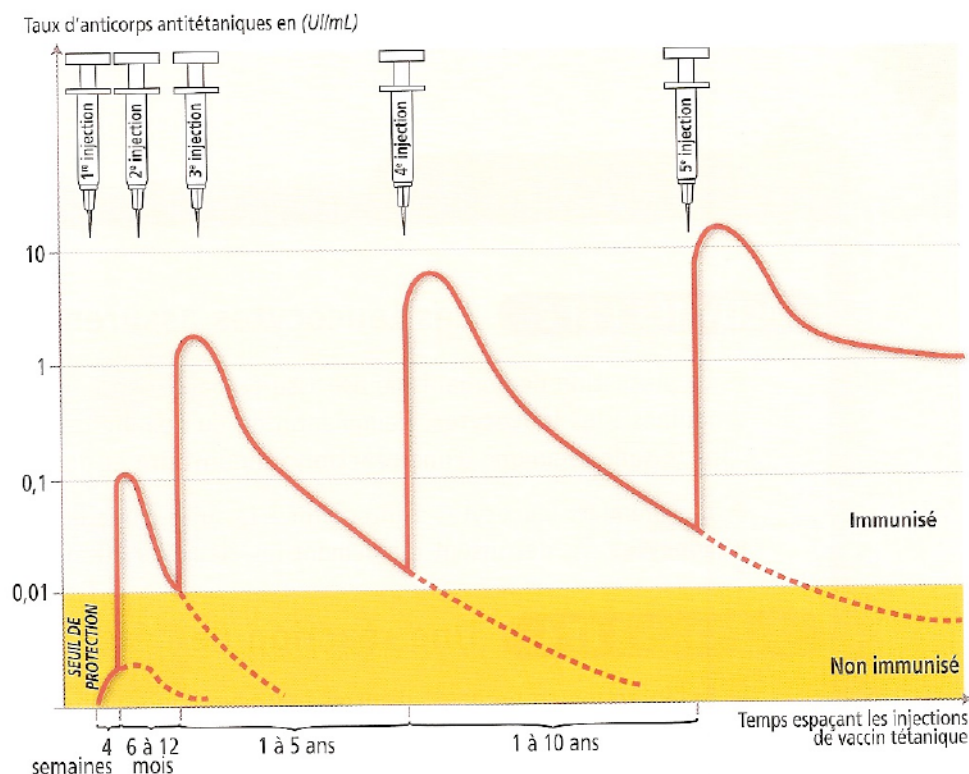


Virulence : capacité à se multiplier et à provoquer une maladie.

Document 2 : Evolution de la quantité d'anticorps sanguins, dans le cas de deux contacts avec le même antigène. (d'après SVT 3^{ème}, Delagrave, 2008)



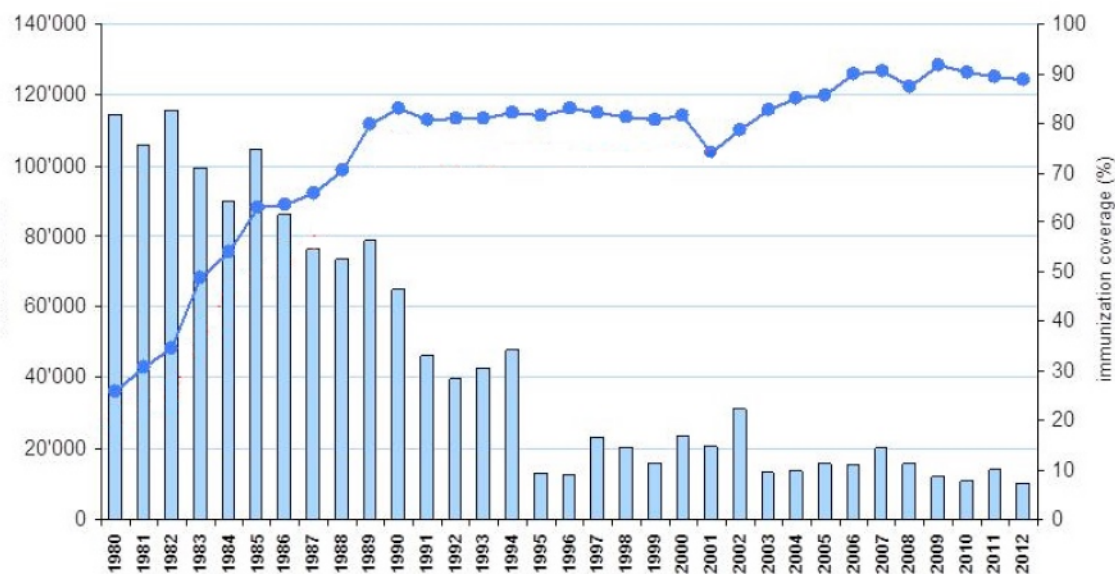
Lors du premier contact avec l'antigène, certains lymphocytes B spécifiques se multiplient et seule une partie d'entre eux produit des anticorps. Les autres ne fabriquent pas d'anticorps, et constituent un ensemble de « lymphocytes spécifiques » prêt à répondre rapidement lors d'un prochain contact avec le même antigène : c'est la « **mémoire immunitaire** » de l'organisme. Lors d'un deuxième contact avec le même antigène, de grandes quantités d'anticorps sont fabriquées. Cela permet la destruction du microbe avant qu'il infecte le corps.

Document 3 : Evolution de la quantité d'anticorps en fonction du temps lors des injections de vaccin(D'après SVT 3^{ème}, Magnard, 2008)

Les injections contiennent des antigènes d'un microbe.

Document 4 : Evolution mondiale des cas de tétanos de 1980 à 2012

d'après l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) ou WHO (World Health Organization)

(http://www.who.int/immunization_monitoring/diseases/tetanus/en/index.html)

Légende :

Axe vertical de gauche : Nombre de cas de tétanos (histogramme)

Axe vertical de droite : Pourcentage de personnes vaccinées (ligne avec points)

ANNEXE N : COUP DE POUCE

Aide A :

Comment trouver l'information utile dans les documents ?

Doc 1 :

Lors du premier vaccin, quel élément permet la survie des poules du groupe B?

Doc 2 :

1. Que se passe-t-il lors d'un premier contact avec un antigène (graphique et texte)?
2. Que se passe-t-il lors du 2ème contact avec le même antigène :
 - sur le graphique : parlez de la quantité d'anticorps et de la vitesse d'apparition.
 - dans le texte : trouvez l'explication à ces observations.

Doc 3 :

1. Que contiennent les injections d'un vaccin ?
2. À quoi servent les rappels des vaccins ?
3. Pour quelle valeur est-on immunisé ?
4. Que se passe-t-il si on ne fait pas de rappel ?

Doc 4 :

Dans une population, quel est le rôle du vaccin contre le tétanos ?

Aide B :

Comment faire des liens entre les documents ?

1. Entre les docs 1 et 2 :
 - Placez les 2 étapes du groupe de poule B sur le graphique (doc 2).
 - Indiquez sur quoi repose le principe du vaccin.
2. Entre les docs 3 et 4 : Que faut-il faire pour se protéger du tétanos :
 - pour une personne ?
 - dans une population ?

ANNEXE 0 : CERTIFICAT DE CONFORMITE ETHIQUE



Attestation de conformité

Le comité d'éthique de la recherche Éducation et sciences sociales de l'Université de Sherbrooke certifie avoir examiné la proposition de recherche suivante :

Étude de l'articulation entre les démarches d'investigation et les autres savoirs composant la structure disciplinaire à travers des pratiques d'enseignement. Cas d'enseignants français de sciences de la vie et de la Terre au collège.

Séverine Renaudin

Étudiante, Doctorat en éducation, Faculté d'éducation

Le comité estime que la recherche proposée est conforme aux principes éthiques énoncés dans la *Politique en matière d'éthique de la recherche avec des êtres humains (2500-028)*.

Membres du comité

Eric Yergeau, président du comité, professeur à la Faculté d'éducation, Département d'orientation professionnelle

Mathieu Gagnon, professeur à la Faculté d'éducation, Département d'enseignement au préscolaire et au primaire

Jeanne Koudogbo, professeure à la Faculté d'éducation, Département d'études sur l'adaptation scolaire et sociale

Sawsen Lakhal, professeure à la Faculté d'éducation, Département de pédagogie

Mélanie Lapalme, professeure à la Faculté d'éducation, Département de psychoéducation

Nancy Lauzon, professeure à la Faculté d'éducation, Département de gestion de l'éducation et de la formation

Carlo Spallanzani, professeur à la Faculté des sciences de l'activité physique

Marianne Xhignesse, professeure à la Faculté de médecine et des sciences de la santé, Département de médecine de famille

Vincent Beaucher, membre versé en éthique

France Dupuis, membre de la collectivité

Le présent certificat est valide pour la durée de la recherche, à condition que la personne responsable du projet fournisse au comité un rapport de suivi annuel, faute de quoi le certificat peut être révoqué.

Le président du comité,

Eric Yergeau, 31 mars 2017

Titre : Étude de l'articulation des démarches d'investigation scientifique avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire

Mots clés : démarches d'investigation scientifique, savoirs disciplinaires, pratiques d'enseignement, enseignement des sciences

Résumé : Les démarches scientifiques sont présentes à la fois dans les textes institutionnels et dans la documentation scientifique. Dans cette recherche, nous étudions comment des enseignants français articulent les démarches d'investigation scientifique (DIS) avec les autres savoirs en sciences de la vie et de la Terre (SVT). Notre travail repose sur trois construits : les démarches d'investigation scientifique, les savoirs disciplinaires et les pratiques d'enseignement. La méthodologie s'appuie sur une recherche mixte de type séquentiel explicatif et de nature descriptive. Trois types d'instrumentation sont mis en œuvre pour recueillir les données : un questionnaire, des entrevues semi-dirigées et des observations de séances de classe. Les données issues des questions fermées du questionnaire sont analysées suivant une approche statistique à l'aide du logiciel SPSS®. Les données provenant des entrevues et des observations sont

analysées selon une approche thématique en utilisant une grille construite *a priori*. Et enfin, les données issues des questions ouvertes du questionnaire sont analysées suivant une double approche lexicale et thématique. Nous identifions à travers ce travail de recherche une disparition des savoirs conceptuels lors de mises en œuvre de DIS en classe. Les enseignants ne souhaitent pas nécessairement que leurs élèves acquièrent ou mobilisent des savoirs conceptuels. Les habiletés ou les attitudes souvent en lien avec les DIS sont priorisées. Finalement, certains enseignants pourraient, par manque de connaissances épistémologiques en lien avec la construction des savoirs en SVT, ignorer que l'objectif des DIS est la reconstruction de savoirs conceptuels et, à ce titre, considérer les DIS comme une façon de raisonner, comme des habiletés, voire même des habiletés pluridisciplinaires (anglais, français, etc.).

Title : Study of the articulation of scientific inquiry with the other knowledge components of the disciplinary structure

Keywords : scientific inquiry, disciplinary knowledge, teaching practices, science teaching

Abstract : Scientific inquiry are present both in institutional texts and in scientific literature. In this research, we study how French teachers articulate the processes of scientific inquiry (DIS) with other knowledge in the sciences of life and the Earth (SVT). Our work is based on three constructs: investigation procedures, disciplinary knowledge and teaching practices. The methodology is based on a mixed research of explanatory sequential type and descriptive nature. Three types of instrumentation are used to collect the data: a questionnaire, semi-directed interviews and observations of class sessions. Data from closed and open questionnaire questions are analyzed using a lexical approach using SPSS® and IRaMuTeQ® software.

Data from interviews and observations are analyzed using a thematic approach using a grid constructed *a priori*. We identify through this research work a disappearance of conceptual knowledge during implementation of DIS in the classroom. Teachers do not necessarily want their students to acquire or mobilize conceptual knowledge. The skills or attitudes often associated with DIS are prioritized. Finally, some teachers may, for lack of epistemological knowledge related to the construction of knowledge in SVT, ignore that the objective of the DIS would be the reconstruction of conceptual knowledge and as such consider the DIS as a way of reasoning, such as skills or even multidisciplinary skills (English, French, etc.).